NYPL RESEARCH LIBRARIES
3 3433 06275280 7

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

ANNALEN

DER

PHYSIK.

HERAUSGEGEBEN

VON

LUDWIG WILHELM GILBERT,

DR. D. PH. U. M., ORD. PROFESSOR D. PHYSIK ZU LEIPZIG, MITGLIED D. KÖN. GESS. D. WISS. ZU HARLEM U. ZU KOPENHAGEN, DER GES. NATURF. FREUNDE IN BERLIN, DER BATAV. GES. D. NATURK. ZU ROTTERDAM, D. JABLONOWSKY'SCHEN GES. ZU LEIPZIG, D. ÖKONOM. GESS. ZU DRESDEN U. ZU POTSDAM, D. MINERALOG. GESS. ZU DRESDEN U. ZU JENA, U. D. PHYS. GES. ZU FRANKFURT, GRÖNINGEN, HALLE, HEIDELBERG, LEIPZIG, MARBURG U. ROSTOCK, UND CORRESP. MITGLIED D. KAIS. AKAD. DER WISS. ZU PETERSBURG, DER KÖNIGL. AKADEMIEEN DER WISS. ZU AMSTERDAM, BERLIN U. ZU MÜNCHEN, UND DER KÖN. GES. D. WISS. ZU GÖTTINGEN.

SECHS UND SIEBZIGSTER BAND.

NEBST FÜNF KUPFERTAFELN.

LEIPZIG

BEI JOH. AMBROSIUS BARTH

1824.

Digitized by Google

THE NEW YORK
PUBLIC LIBRARY

Digitized by Google

Dr LUDWIG WILHELM GILBERT

ORD. PROFESSOR DER PHYSIK ZU LEIPZIG

geb. am 12 August 1769 *gest. am - März 1824*

Digitized by Google

ANNALEN

DER

PHYSIK

UND DER

PHYSIKALISCHEN CHEMIE.

ASTOR LIBRARY
NEW-YORK

HERAUSGEGEBEN

VON

LUDWIG WILHELM GILBERT,

DR. D. PH. U. M., ORD. PROFESSOR D. PHYSIK ZU LEIPZIG, MITGLIED D. KÖN. GESS. D. WISS. ZU HARLEM U. ZU KOPENHAGEN, DER GES. NATURF. FREUNDE IN BERLIN, DER BATAV. GES. D. NATURK. ZU ROTTERDAM, D. JABLONOWSKY'SCHEN GES. ZU LEIPZIG, D. ÖKONOM. GESS. ZU DRESDEN U. ZU POTSDAM, D. MINERALOG. GESS. ZU DRESDEN U. ZU JENA, U. D. PHYS. GESS. ZU FRANKFURT, GRÖNINGEN, HALLE, HEIDELBERG, LEIPZIG, MARBURG UND ROSTOCK, UND CORRESP. MITGLIED D. KAIS. AKAD. DER WISS. ZU PETERSBURG, DER KÖNIGL. AKADEMIEEN DER WISS. ZU AMSTERDAM, BERLIN U. ZU MÜNCHEN, UND DER KÖN. GES. D. WISS. ZU GÖTTINGEN.

SECHSZEHNTER BAND.

NEBST FÜNF KUPFERTAFELN.

LEIPZIG
BEI JOH. AMBROSIUS BARTH
1824.

Digitized by Google

Digitized by Google

Inhalt.

Jahrgang 1824, Band 1.
der Neueſten Folge Band 16.

Erſtes Stück.

Verſuche zur genauen Beſtimmung der magnetiſchen Neigung, wie ſie in London im Auguſt 1821 war, und Bemerkungen über die Inclinatorien; von Edward Sabine, Kapit. d. kön. Artill., F.R.S. Frei überſetzt von Gilbert Seite 1

1. Fehler der ältern Neigungsnadeln 3
2. Mayer's Neigungsnadel von Dollond ausgeführt 6
3. Zehn Beobachtungen mit ihr nach Mayer's Art 11
4. Die Neigung beſtimmt durch Schwingg. nach Laplace's 16
5. und nach Kapitän Sabine's Methode 19
6. Reſultate 21
7. Variation der Neigung in London 22
8. iſt durch Schwingungs-Beobachtungen zu finden 25
9. Schluſs 28

Zuſatz. Notiz von Kapit. Sabine's Expedition nach Spitzbergen, und von den neueſten Entdeckungs-Reiſen in das Nord-Polarmeer, der Kapp. Parry, Kotzebue, Titow und Scoresby 29

Geognoſtiſche Beſchreibung der Hervorragungen des Flötzgebirges bei Lüneburg und bei Segeberg; mit einem Anhange über die Richtung der Norddeutſchen Fluſsthäler, und die Lüneburger Heide; von Dr. Friedr. Hoffmann, Priv. Doc. zu Halle, mit einer petrographiſchen Karte 33

1. Der Gypsberg (ſogen. Kalkberg) bei Segeberg 35

Digitized by Google

2. Der Gypsberg (sogen. Kalkberg) von Lüneburg und seine nächste Umgebung 43

Anhang. Die Lüneburger Heide 55

Die Norddeutschen Flufsthäler 61

Urſprünglicher Lauf der Oder 63; der Elbe 66; die Mark, Mecklenburg und Pommern 69.

III. Ueber das beſte Zündpulver durch Schlag von Wright in Hereford 73

IV. Farben-Erſcheinungen, welche Eis mittelſt polariſirten Lichtes hervorbringt; beobachtet vom Profeſſor Förſtermann zu Danzig 76

V. Wiederholung und Erweiterung des Döbereinerſchen Verſuchs. Frei dargeſtellt von Gilbert 81

Einleitung.

1. Ueber die Eigenſchaft, welche einige Metalle beſitzen, die Verbindung elaſtiſcher Flüſſigkeiten zu befördern, von den HH. Dulong und Thenard; Vorleſ. v. 15t. Sept. 83

2. Neue Beobachtungen über die Eigenthümlichkeit gewiſſer Körper, die Verbindung elaſtiſcher Flüſſigkeiten zu befördern, von Denſelben; Vorleſ. vom 3t. Nov. 89

3. Ueber das Entglühen des Palladiums im Hydrogenſtrome, vom Prof. Adolph Pleiſchl in Prag 98

4. Noch Einiges von Hrn. Döbereiner und aus England, insbeſondere die Eudiometrie betreffend 102

VI. Beobachtungen des ausgezeichneten tiefen Barometerſtandes am 23 Januar 1824 107

1. Von Hrn Klöden, Director d. kön. Schullehrer-Semin. zu Potsdam. In einem Schreiben an Gilbert 107

2. Beobb. von Hrn. Theod. Schmiedel in Leipzig 110

VII. Nachtrag zu S. 29 112

Meteorologiſches Tagebuch der Sternwarte zu Halle, vom Obſerv. Dr. Winkler. Monat Januar.

Digitized by Google

Zweites Stück.

I. Oekonomiſch-phyſikaliſche Vergleichung der verſchiedenen gebräuchlichen Beleuchtungs-Arten etc. von Hrn. Juſtus Preuſs, Ingen. d. Fabrik-Bauweſens in *London* Seite 113

1. Steinkohlen-Gas 118
2. Oel-Gas 123
3. Vergleichende Ueberſicht des Reſultates der 5 beſchriebenen Apparate zur Beleuchtung mit Steinkohlen- und mit Oel-Gas 132
4. Preiſe verſchiedener Arten von Beleuchtung 138

II. Theorie der Beleuchtung mit künſtlichem Lichte; aus einer Vorleſung des Hrn. Clement-Desormes, Prof. der techn. Chemie 149

III. Reſultate einiger vergleichenden Verſuche mit Steinkohlengas und mit Oelgas, von Will. Herapath, Esq. zu Briſtol 157

IV. Eine Bemerkung über Gaslicht aus Oel und aus Steinkohlen, von Gilbert 165

V. Beitrag zur Naturgeſchichte des Harmotoms, vom Profect. Dr. Wernekinck zu Gieſsen 171

1. Chem. Analyſe des Harmotoms von Annerode und vom Schiffenberge 172
2. Kryſtallographiſche Beſchreibung derſelben 177
3. Schluſs 186

VI. Ueber die Hervorbringung der menſchlichen Sprachlaute, von Chladni 187

a. Allgemeine Bemerkungen 187
b. Ueber Hervorbringung der Vokale 189
c. Ueber Hervorbringung der Conſonanten 196

Digitized by Google

VII. Ueber Perkins Dampfmaſchine, veranlaſst durch den Aufſatz des Hrn. Prof. Schmidt, im letzten Stück dieſer Annalen vom vorigen Jahre. Ein Schreiben an Gilbert von Hrn. R. R. Prechtl, Dir. d. polyt. Inſtit. 217

Meteorologiſches Tagebuch der Sternwarte zu Halle, vom Obſerv. Dr. Winkler. Monat Februar.

Drittes Stück.

I. Verſuch zur Erklärung des inneren Baues der feſten Körper, von Dr. Seeber, Prof. der Phyſik zu Freiburg Seite 229

II. Ueber das Geſetz der Abnahme der Wärme mit der Höhe, von Hrn. J. J. Prechtl, Director d. K. K. polytechn. Inſtit. zu Wien 249

III. Ueber die Wärme der Gaſe und Dämpfe, von Hrn. Poisson 269

IV. Ueber die ſpecifiſche Wärme der Gaſe, von Hrn. W. T. Haycraft 289

V. Allgemeine Bemerkungen über die Temperatur des Erdkörpers und des Raumes, in welchem ſich die Planeten bewegen; von Hrn. Fourier 319

VI. Nachträgliche Bemerkung zu dem in Heft 2. Bd. 76 enthaltenen Aufſatz über den Harmotom, vom Hrn. Dr. Wernekinck zu Gieſsen 336

Digitized by Google

VII. Trauriges Ereignifs mit Knallqueckfilber, zur Warnung mitgetheilt von Hrn. Adminiſtrator Hermann zu Schönebeck 337

VIII. Hagel mit metalliſchem Kern 340

IX. Hagel von aufserordentlicher Gröfse 342

X. Merkwürdige Schneebälle 343

XI. Notiz für die Theilnehmer an den im Juni und Juli 1823 Statt gehabten Barometerbeobachtungen; vom Hrn. Maj. v. Oesfeld und dem Herausgeber 345

Meteorologiſches Tagebuch der Sternwarte zu Halle, vom Obſerv. Dr. Winkler. Monat März und April.

Viertes Stück.

I. Verſuch einer Erklärung des innern Baues der feſten Körper; von Dr. Seeber, Prof. der Phyſik zu Freiburg im Breisgau (Fortſetzung) Seite 349

II. Allgemeine Bemerkungen über die Temperatur des Erdkörpers und des Raumes, in welchem ſich die Planeten bewegen; von Hrn. Fourier (Fortſetzung) 373

III. Ueberſicht über ſämmtliche in den letzten Jahren in Cornwall und dem nördlichen England angeſtellte Beobachtungen über die Temperatur in Bergwerken und deren Zunahme mit der Tiefe 390

Digitized by Google

1. Beobachtungen und Folgerungen des Dr. Forbes zu Penzance, erſten Sekretairs der Cornwaller Geologiſch. Geſellſchaft 392

2. Beobachtungen und Folgerungen aus ihnen, dargeſtellt nach 3 verſchiedenen Aufſätzen von R. W. Fox in Cornwall 408

3. Beobachtungen und Folgerungen von M. P. Moyle, Esq. zu Helston in Cornwall 429

4. Erfahrungen aus den brittiſchen Steinkohlenbergwerken von Robert Bald 440

Zuſatz. Temperaturbeobachtungen:

I. von Gensanne in den Vogeſen 443

II. von Saussure im Kanton Bern 443

III. von d'Aubuisson im Erzgebirge 443

IV. vom Ober-Berghptm. v. Trebra daſelbſt 444

V. von d'Aubuisson in der Bretagne 446

VI. von Hrn. A. v. Humboldt in Neuſpanien 448

- Peru 450

im Fichtel- u. Erzgebirge 451

VII. vom Bergmeiſt. Wallman um Fahlun 451

VIII. von Hrn. Arago in Paris 452

IX. - - - - Artois 452

X. von Hrn. v. Buch in Lappland 452

IV. Verſuch über Ludwig Wilhelm Gilbert's Leben und Wirken; von Dr. Ludwig Choulant, Profeſſor an der chirurgiſch-mediciniſchen Academie zu Dresden 453

Meteorologiſches Tagebuch der Sternwarte zu Halle, vom Obſerv. Dr. Winkler. Monat Juni, Juli, Auguſt 1823.

Digitized by Google

ANNALEN DER PHYSIK.

JAHRGANG 1824, ERSTES STÜCK.

I.

Verſuche zur genauen Beſtimmung der magnetiſchen Neigung, wie ſie in London im Auguſt 1821 war, und Bemerkungen über die Inclinatorien;

von

EDWARD SABINE, Kapit. des kön. Artiller. Regim., F.R.S.

(vorgeleſ. in d. k. Geſ. d. W. zu Lond. d. 22 Nov. 1821.)

Frei überſetzt von Gilbert.

Nicht ohne ein lebhaftes Vergnügen habe ich dieſen intereſſanten und wichtigen Aufſatz bearbeitet, der durch die Unterſuchung des Hrn Hofr. Mayer in Göttingen „über die Vervollkommnung des Neigungs-Compaſſes und der Methode die Neigung zu beobachten", veranlaſst worden, und gewiſſermaſsen für eine Fortſetzung derſelben zu nehmen iſt. Hrn Mayer's verdienſtvolle Arbeit ſteht, nach meiner freien Ueberſetzung, in dieſen Annalen Jahrg. 1814 St. 11 (B. 48 S. 229) *). Auf ſie hat Kapitän Sabine fortgebaut,

*) Durch einen Irrthum ſteht dort ſtets Meyer, und in Hrn Sabine's Aufſatz findet ſich durchgehends eben dieſe irrige Schreibart des Namens. *G.*

Digitized by Google

der ſich mit vollem Rechte den Ruhm eines vortrefflichen Beobachters, auf den beiden Expeditionen in das arktiſche Polarmeer unter den Kapitänen Roſs und Parry erworben hat, und deſſen Geſchicklichkeit und unermüdlichem Eifer dieſe Reiſen vorzüglich ihren bedeutenden wiſſenſchaftlichen Werth verdanken; wie dieſes die königl. Geſellſch. der Wiſſenſchaften zu London, durch Ertheilung der Copleyſchen Medaille im J. 1821 an ihn, feierlich anerkannt hat. Die von Hrn Hofr. Mayer gründlich entwickelten Vorſchriften um zu zuverläſſigeren Neigungs-Beobachtungen zu gelangen, hat Kapitän Sabine mit Umſicht in Ausführung gebracht, und es hat Hrn Mayer's Neigungs-Nadel, von einem der beſten engliſchen Künſtler verfertigt, in der Hand dieſes geübten Beobachters, bei ſehr verſchiedenen Methoden (von denen mehrere hier zum erſten Male erprobt worden ſind), eine Uebereinſtimmung innerhalb Fehlergränzen gegeben, die näher bei einander liegen, als man dieſes bisher für erreichbar hielt. Wir ſind alſo nun ſo weit vorgeſchritten, daſs unſere noch ziemlich lockeren Kenntniſſe von dem Erd-Magnetismus ſich auf dem ſicheren Wege hinlänglich vervollkommneter und leicht anzuſtellender Beobachtung weiter führen laſſen. — Damit die beſcheidne Ueberſchrift und die Einleitung, welche letztere aus Hrn Mayer's Abhandlung beſſer Bekanntes enthält, nicht abhalten mögen, auf dieſe Arbeit die Aufmerkſamkeit zu wenden, welche ſie verdient, habe ich dieſes voraus bemerken wollen, und wünſche dadurch zugleich einige unſerer geſchickteſten Mechaniker zu veranlaſſen, deutſche Phyſiker und Aſtronomen in den Stand zu ſetzen, mit einem vollkommnen und nicht zu theueren, von ihnen möglichſt geprüften und berichtigten Inſtrumente, fortlaufend Neigungs-Beobachtungen mit derſelben Genauigkeit als Hr. Sabine anzuſtellen. *Gilbert.*

Digitized by Google

1.

Bei dem Fortſchreiten unſerer Kenntniſſe über den Magnetismus in den neueſten Zeiten, wäre es ſehr zu wünſchen, daſs ſich eine gröſsere Genauigkeit in den Beobachtungen der verſchiedenen Erſcheinungen des Erd-Magnetismus erlangen lieſse, und ganz beſonders der magnetiſchen Neigung. Die Inclinatorien wie ſie faſt allgemein üblich ſind *), haben ſeit funfzig Jahren wenige oder gar keine Verbeſſerungen erhalten, und ſelbſt Beobachter, die ſich mit allen Quellen von Irrthum in dieſen Inſtrumenten bekannt gemacht und gegen ſie möglichſt geſchützt haben, können mit ihnen ſich der Wahrheit nur nähern. Einige Fehler dieſer Inſtrumente ſind leicht zu entdecken, und durch die Art die Beobachtungen anzuſtellen, auszugleichen. Dahin gehören Fehler in der Theilung, Fehler wegen Excentricität der Nadel in Hinſicht des eingetheilten Kreiſes, und wegen nicht ganz horizontaler Lage der Agat-Ebenen, auf welchen die Axe der Nadel aufliegt, oder wegen Nicht-Coincidenz derſelben mit der geraden Linie, welche die Nullpunkte der Theilung verbindet. Einigen andern Fehlern aber entgeht man auch bei dem ſorgfältigſten Verfahren nicht; ſie entſtehn hauptſächlich durch Unrichtigkeiten in der Conſtruction der Neigungs-Nadel ſelbſt, und zwar *erſtens* durch Unvollkommenheiten in der Axe, welche die Nadel verhindern, wenn man ſie wiederholt

*) Das heiſst in England, wo die Borda'ſchen Inclinatorien keinen Eingang ſcheinen gefunden zu haben. *G.*

Digitized by Google

in Schwingungen verſetzt, immer wieder auf einerlei Theilſtrich des Limbus zur Ruhe zu kommen; und *zweitens* dadurch, daſs es ſelbſt für den geſchickteſten Künſtler ſehr ſchwierig zu erlangen iſt, daſs die Axe der Bewegung genau durch den Schwerpunkt der Nadel geht; eine Bedingung, von der bei der gewöhnlichen Art zu beobachten die Genauigkeit weſentlich abhängt, und die man doch in der That kein Mittel hat zu prüfen, und die höchſt ſelten oder nie erfüllt iſt.

Eine Nadel, die nicht [vor dem Magnetiſiren] genau balancirt iſt, nimmt, wenn ſie [nach dem Magnetiſiren] in der Ebene des magnetiſchen Meridians frei ſchwebt, die Richtung nicht an, in welche der Erd-Magnetismus allein ſie zu verſetzen ſtrebt, und weicht merklich von der wahren Neigung ab. Gewöhnlich ſucht man dieſem Fehler dadurch zu entgehn, daſs man die Pole der Nadel durch entgegengeſetztes Magnetiſiren umkehrt, und das arithmetiſche Mittel aus den Neigungen nimmt, welche die Nadel in ihren vier verſchiedenen Lagen *) angiebt. Daſs Männer, die für Autoritäten gelten, dieſe Art zu beobachten gebilligt haben, beweiſt, daſs ſie Beobachtungen der Neigung für bloſse Näherungen hielten; denn ſchwerlich konnten ſie es überſehn, daſs hierbei das arithmetiſche Mittel nicht die wahre Neigung giebt, vielmehr oft bedeutend von ihr abweicht, und einen Fehler in das Reſultat bringt, der zu vermeiden war und nur wenn

*) Nämlich mit dem einen Ende der Axe links und dann rechts gewendet, in den beiden verſchiedenen Lagen, die ſich den Polen durch entgegengeſetztes Magnetiſiren der Nadel geben laſſen. *Gilb.*

Digitized by Google

die Beobachtungen genau angegeben ſind, durch eine neue Berechnung *) ſich nachher noch verbeſſern läſst.

Man hat geſucht mittelſt eines an der Axe angebrachten Kreuzes von Drähten die vollkommne Aequiponderirung der Nadel zu bewirken. Dieſe Vorrichtung, welche man in den *Philoſ. transact. for* 1772, *Art.* 35 beſchrieben findet, iſt indeſs mehr ſinnreich als von praktiſchem Vortheil, und macht die Beobachtung von viel bedeutenderen Fehlern abhängig, als die ſind, denen ſie abhelfen ſoll. Das Aequiponderiren der Nadel nach dem Magnetiſiren iſt an ſich eine ſchwierige, langweilige und ungewiſſe Arbeit, und ſo wandelbar, daſs man ſich darauf nicht verlaſſen kann, wenn das Inſtrument von einem Ort zum andern gebracht wird. Ueberdem werden die Fehler, welche durch die Reibung entſtehn, durch das Gewicht des Kreuzes an dem einen und des Gegengewichts an dem andern Arme der Axe vergröſsert. Die Fehler unvollkommner Balancirung laſſen ſich durch Rechnung berichtigen, aber nicht die von der Reibung herrührenden, wenn die Axen nicht vollkommen cylindriſch ſind oder Ungleichheiten haben, deren Widerſtand die bewegende Kraft der Nadel nicht zu überwältigen hinreicht. Die ungehinderte Bewegung der Axen, und das davon abhängende Zurückkommen der in Schwingungen geſetzten Nadel bei wiederholten Verſuchen auf denſelben Theilungsſtrich, iſt daher eine der Haupt-Erforderniſſe einer guten Neigungs-Nadel.

*) Nämlich nach Hrn Mayer's Vorſchriften, die man weiterhin angegeben findet. *G.*

Digitized by Google

2.

Da ich mich durch Verſuche mit mehreren Nadeln überzeugt hatte, daſs an dem Nicht-Uebereinſtimmen ihrer Reſultate hauptſächlich die verſchiedenen Urſachen von Ungenauigkeit in der Bewegung der Axe Schuld waren, ſo trug ich Hrn Dollond auf, mir eine Nadel von der Conſtruction des Prof. Mayer in Göttingen zu machen, welche er, durch ähnliche Erfahrungen geleitet, in ſeiner in den Schriften der Göttinger Societät auf das J. 1814 befindlichen Abhandlung „*de uſu accuratiori acus inclinatoriae magneticae*“ *) angegeben hat. Die Verſuche, von denen ich der kön. Societät hier Bericht erſtatten werde, ſind mit dieſer Nadel gemacht worden. Durch Einfachheit der Conſtruction, Zweckmäſsigkeit für den Gebrauch, und das Zuſammenſtimmen der Reſultate, ſcheint ſie den Vorzug vor allen bisher gebrauchten zu verdienen. Da indeſs Hr. Dollond in einigem Wenigen von Hrn Mayer's Vorſchriften abgewichen iſt, ſo wird es zweckmäſsig ſeyn, wenn ich eine kurze Beſchreibung ſeiner Nadel und der Art mit ihr zu beobachten voran ſchicke.

Die Nadel iſt ein $11\frac{1}{2}$ Zoll langes, $\frac{4}{10}$ Zoll breites und $\frac{1}{12}$ Zoll dickes Parallelepiped mit abgerundeten Enden. Eine gerade Linie, die auf ihrer obern Seite

*) Beſchreibung eines neuen Inclinations-Compaſſes und der ſicherſten Art die magnetiſche Neigung genau zu beſtimmen; von Joh. Tob. Mayer, vorgel. in der kön. Geſ. d. Wiſſ. zu Göttingen am 3 April 1814; frei dargeſtellt von Gilbert, Annal. J. 1814 St. 11 S. 229. *G.*

Digitized by Google

durch den Mittelpunkt von einem Ende zum andern gezogen ist, dient als Index. Die cylindrische Axe, mit welcher die Nadel aufliegt und sich dreht, besteht aus Glockenmetall und endigt sich in Cylinder von kleinerem Durchmesser, mit denen sie auf den Agat-Platten liegt; je dünner diese Enden sind, bei der nöthigen Kürze damit die Nadel sich durch ihr Gewicht nicht biege, desto genauer sind die Schwingungen. Schmale Vertiefungen im dickern Theile jeder der beiden Axen sind bestimmt die Y-förmigen Träger des Inclinatoriums in sich aufzunehmen, welche die Nadel für gewöhnlich über die Agatplatten angehoben erhalten und sie beim Beobachten auf sie herablassen, wodurch man gesichert wird, dass bei jeder Beobachtung derselbe Theil der Axen auf den Ebenen aufliege.

In der untern Fläche der Nadel ist, so genau als möglich senkrecht auf die Indexlinie und im Mittelpunkte der Bewegung, eine kleine stählerne Schraubenspindel angebracht, auf die sich eine der durchbohrten kleinen Messingkugeln, von denen man mehrere von verschiedener Grösse haben muss, aufschrauben, und der Nadel mehr oder minder nähern lässt, damit man den Schwerpunkt der Nadel mehr oder minder tief unter die Axe der Drehung bringen könne. Dadurch kömmt man dem Erd-Magnetismus mit dem Gewichte der Nadel zu Hülfe, um die kleinen Ungleichheiten der Axe zu überwinden, und erhält den Vortheil, dass sie beim Schwingen mit mehr Sicherheit an den Punkt, bei dem sie stand, zurückkömmt, als wenn man den Mittelpunkt der Schwere in den der Bewegung versetzt.

Digitized by Google

Wenn dieſe beiden Mittelpunkte nicht zuſammen fallen, ſo iſt zwar die Lage, welche die Nadel in dem magnetiſchen Meridiane annimmt, nicht die der wahren Neigung; es läſst ſich aber letztere aus ihr leicht berechnen, wenn man die Beobachtungen nach der weiterhin folgenden Vorſchrift anſtellt. Weſentlich nöthig iſt es nicht, daſs der Mittelpunkt der Schwere in einer auf der Indexlinie genau ſenkrechten geraden Linie durch den Mittelpunkt der Bewegung gehe, doch kürzt dieſes die Beobachtungen und die Berechnungen ab. Ob es erreicht ſey, läſst ſich mit groſser Genauigkeit prüfen, wenn man die Nadel, bevor ſie magnetiſirt wird, auf die Agatplatten legt, und nachſieht, ob ſie bei allen Lagen der Axen, nachdem man ſie in Schwingung gebracht hat, wieder genau in die horizontale Richtung zurück kömmt. Thut ſie es nicht, ſo läſst es ſich dann noch ohne groſse Mühe dahin bringen, daſs ſie dieſe Vollkommenheit erlange.

Mit einer Nadel, bei der man ſich auf dieſe Juſtirung verlaſſen kann, reichen *zwei* in dem magnetiſchen Meridiane angeſtellte Beobachtungen hin, die wahre Neigung zu geben; bei der zweiten muſs die Nadel ſo umgelegt werden, daſs die Axe, die zuvor rechts vom Beobachter war, nun links liegt, und die Seite der Nadel, welche zuvor von ihm abgewendet war, ihm nun zugekehrt iſt; man lieſt die Winkel ab, welche die Nadel in dieſen beiden Lagen mit der lothrechten Linie macht, und „das Mittel aus den *Tangenten* dieſer Winkel iſt die *Cotangente der Neigung*.“

Bedient man ſich dagegen einer Nadel, welche nicht auf dieſe Art juſtirt worden iſt, oder auf deren

Digitized by Google

Genauigkeit man sich nicht verlassen kann, so werden *vier* Beobachtungen erfordert; zwei in den eben beschriebenen Lagen, und die beiden andern in den ähnlichen entgegengesetzten, nachdem man zuvor mit Hülfe eines Magnets die Pole der Nadel umgekehrt hat. Bezeichnet man mit F,f die beiden ersten, mit G,g die beiden letzten beobachteten Winkel der Nadel mit dem Lothe, ferner die *Summen* der Tangenten jener beiden Winkel mit A, dieser beiden mit C, und die *Differenz* der Tangenten jener beiden Winkel mit B, dieser mit D, so ist

$$\frac{A.D}{B+D} + \frac{B.C}{B+D} = 2.\text{Cotang Inclinat.}$$

Den Beweis dieser Formel hat Prof. Mayer in der angeführten Abhandlnng gegeben; ihre Herleitung ist nicht schwierig *).

Es wird nicht erfordert, dafs nach dem Umkehren der Pole der Nadel, die Stärke ihrer magnetischen Kraft dieselbe als vor dem Umkehren sey. Beobachtet man bei diesem entgegengesetzten Magnetisiren die Vorsicht, die Nadel in eine Vertiefung zu legen, damit sie sich nicht seitwärts bewegen könne, und die Seiten des Magnets mit parallelen Streifen Holz so zu bekleiden, dafs er beim Streichen der Nadel in einerlei Richtung bleiben mufs, so kann man sicher seyn, dafs die Pole beim Umkehren immer wieder genau an den Enden der Längenaxe der Nadel zu liegen kommen.

Ich habe mich bei meinen Versuchen 8 kleiner Messingkugeln von verschiedener Gröfse bedient, und

*) Siehe Annal. Jahrg. 1814 St. 11 S. 155 f. G.

Digitized by Google

bezeichne ſie von der gröſsten (1) herabwärts mit den auf einander folgenden Ziffern bis 8. Sie haben mich in den Stand geſetzt, die durch die Excentricität entſtehende Kraft beliebig gegen die durch den Erd-Magnetismus entſtehende Kraft abzuändern, welche letztere verdoppelt wird von dem Aequator bis zu den Polen; es mag beſſer ſeyn wenn letztere vorherrſcht, doch geht das aus meinen Verſuchen nicht als nöthig hervor. Iſt der Abſtand des Mittelpunkts der Bewegung von dem der Schwere beträchtlich, ſo liegen die Winkel bei den alternirenden Beobachtungen zu entgegengeſetzten Seiten der lothrechten Linie, beſonders an Orten, wo die Neigung groſs iſt; in dieſem Fall muſs man die an der Südſeite der lothrechten Linie liegenden Winkel als negative ableſen.

Das Inſtrument, in welchem mit der Nadel beobachtet wurde, habe ich bereits in den Schriften der königl. Geſellſchaft der Wiſſenſchaften auf das Jahr 1819 S. 132 beſchrieben, und einige Verbeſſerungen, welche ſeitdem daran gemacht worden ſind, in dem Anhange zu Kapitän Parry's Entdeckungsreiſe S. 139 angegeben *). Daſs in dem meinigen die Agat-Ebenen vollkommen horizontal, und die Nullpunkte des eingetheilten Kreiſes gehörig juſtirt waren, davon habe ich mich in jeder Veränderung der Lage des Inſtrumentes durch den dort S. 140 beſchriebenen Apparat mit dem Doppel-Kegel überzeugt, der ſich mir von ſehr gutem Gebrauch und die Genauigkeit ſehr fördernd zeigte.

*) Ich hoffe die Beſchreibung und Abbildung dieſes Inclinatoriums, und ſeiner Verbeſſerungen, bei einer andern Gelegenheit meinen Leſern vorlegen zu können. *G.*

Digitized by Google

Der Kreis ist bis auf 20 Minuten eingetheilt; mittelst einer verschiebbaren Loupe lassen sich die Winkel, unter welchen sich die Nadel in Ruhe setzt, bis auf einzelne Minuten mit erträglicher Genauigkeit ablesen. In jeder der vier Lagen der Nadel, welche zur Bestimmung der Neigung zu beobachten waren, wurde das Mittel aus mehreren (gewöhnlich aus 6) Beobachtungen genommen; bei der einen Hälfte derselben war der Limbus des Kreises nach Osten, bei der andern Hälfte nach Westen zu gekehrt, und zwischen je zwei Beobachtungen wurde die Nadel mittelst der Y-förmigen Träger abgehoben und dann wieder langsam auf die Agatplatten niedergelassen. Auch wurden die Winkel an beiden Enden der Nadel abgelesen, um Fehler in der Theilung oder in der Excentricität der Axe der Nadel in Beziehung auf den eingetheilten Kreis zu verbessern.

§. 3.

Die folgenden 10 Versuche mit dieser nach Hrn Mayer's Vorschrift verfertigten Neigungsnadel, habe ich in dem Küchengarten (*nursery garden*) in Regent's Park, mit Erlaubniss des Besitzers, Hrn Jenkins, angestellt; die Lage ist in jeder Hinsicht günstig, und man ist da von allem Eisen weit entfernt *). Ich

*) Nördlich bei London (heißt es in Hrn Gen. Dir. Bornemann's Einblicke in England und London im J. 1818, S. 87) wird jetzt noch ein vierter, der Prinz Regent Park, angelegt, von sehr beträchtlichem Umfang, gröfstentheils mit Wasserleitungen umgeben und durchflossen; hier scheint man ganz zu beabsichtigen, einen ungeheuren Englischen Garten bilden zu wollen, und so wird London in künftigen Zeiten wirklich einen Luftpark besitzen, der seinem Zweck entspricht." *Gilb.*

Digitized by Google

gebe nur die beiden erſten dieſer Verſuche ganz im Einzelnen, damit man daraus das Verfahren beim Beobachten deutlich erſehe; und dann eine kurze Ueberſicht von allen zehn Verſuchen.

Verſuch 1, am 3 Auguſt 1821; mit der Kugel 1 bis zur halben Länge der Schraube aufgeſchraubt; alle Winkel lagen nördlich von der lothrechten Linie, und waren daher alle poſitiv.

Der Limbus gekehrt nach	Als nach dem Beobachter zu gewendet war der Nadel Seite *O* Nord-E. ; Süd-Ende	der Nadel Seite *U* Nord-E. ; Süd-Ende
Oſten	31° 00′ ; 30° 52′	9° 18′ ; 9° 18′
	00 52	17 15
	00 52	20 19
	02 55	24 22
	00 52	24 23
	02 56	19 18
Weſten	31 25 31 20	9 25 9 30
	20 13	21 30
	20 13	22 22
	22 15	21 22
	24 17	25 30
	26 20	25 30
	31 11,7 31 4,8	9 22,1 9 22,4
	31° 8,2′ = *F*	9° 22,3′ = *f*

Mit umgekehrten Polen

Weſten	30° 15′ ; 30° 05′	5° 20′ ; 5° 23′
	12 00	17 20
	10 00	20 23
	10 00	22 26
	10 00	22 27
	16 04	18 22
Oſten	29 20 29 10	7 15 7 10
	21 11	12 12
	21 12	13 15
	19 08	13 14
	24 17	14 14
	19 08	14 14
	29 46,4 29 36,3	6 16,6 6 18,3
	29° 41,3′ = *G*	6° 17,4′ = *g*

Digitized by Google

Alſo tg F (31° 08,2′) = 0,60411 ; und tg G (29° 41,3′) = 0,57012
tg f (9 22,3) = 0,16504 ; tg g (6 17,4) = 0,11022
tg F + tg f = A = 0,76915 ; tg G + tg g = C = 0,68034
tg F − tg f = B = 0,43907 ; tg G − tg g = D = 0,4599

$B+D = 0{,}89897$; $\frac{AD}{B+D} = 0{,}39348$; $\frac{BC}{B+D} = 0{,}33229$;

und 2 cotg Incl. = 0,39348 + 0,3329 = 0,72577 ,

cotg Incl. = 0,36288 ; und *die Neigung* = 7° 3,3′ nördl.

Verſuch 2, den 6 Auguſt 1821, mit der Kugel 1 dicht angeſchroben an die Nadel; die Winkel mit der umgehängten Nadel lagen in dieſem Verſuch an der Südſeite der lothrechten Linie, und wurden daher negativ angeſetzt:

Der Limbus gekehrt nach	Als nach dem Beobachter zu gewendet war der Nadel Seite O Nord-E. ; Süd-Ende		der Nadel Seite U Nord-E. ; Süd-Ende	
Oſten	49° 20′	49° 00′	−22° 14′	−22° 6′
	20	00	14	6
	22	02	17	12
Weſten	22	04	40	20
	22	03	40	20
	22	04	38	18
	49 21,3	49 2,1	−22 27,1	−22 17
	49° 11,7′ = F		−22° 22′ = f	

Mit umgekehrten Polen

Weſten	47° 15′	47° 00′	−20° 20′	−20° 10′
	20	00	20	8
	14	46 56	20	4
Oſten	00	40	10	00
	00	40	10	19 58
	00	40	10	58
	47 8,1	46 49,3	−20 15	−20 3
	46° 58,7′ = G		−20° 9′ = g	

Digitized by Google

Alſo $\operatorname{tg} F(49° 11{,}7') = 1{,}15831$; und $\operatorname{tg} G(46° 58{,}7') = 1{,}07156$
$\operatorname{tg} f(-22° 22') = -0{,}41149$; $\operatorname{tg} g(-20° 9') = -0{,}36694$
$\operatorname{tg} F + \operatorname{tg} f = A = 0{,}74682$; $\operatorname{tg} G + \operatorname{tg} g = C = 0{,}70462$
$\operatorname{tg} F - \operatorname{tg} f = B = 1{,}5698$; $\operatorname{tg} G - \operatorname{tg} g = D = 1{,}4385$

Ueberſicht der Reſultate von allen 10 Verſuchen mit

Verſuch	Als aufgeſchraubt war die Kugel *)	und das markirte Ende der Nadel war ein
1. Aug. 3	8 (*a*) auf die halbe Schraube	N-Pol / S-Pol
2. Aug. 6	1 (*b*) dicht an die Nadel	N-Pol / S-Pol
3. Aug. 6	8 (*a*) wie in Verſuch 1	N-Pol / S-Pol
4. Aug. 11	3 (*b*) dicht an die Nadel	N-Pol / S-Pol
5. Aug. 13	7 dicht an die Nadel	N-Pol / S-Pol
6. Aug. 13	6 dicht an die Nadel	N-Pol / S-Pol
7. Aug. 15	5 dicht an die Nadel	N-Pol / S-Pol
8. Aug. 15	(*c*) ohne Kugel; Gew. d. Schraube dicht an	N-Pol / S-Pol
9. Aug. 20	1 (*b*) dicht an die Nadel	N-Pol / S-Pol
10. Aug. 20	7 (*b*) dicht an die Nadel	N-Pol / S-Pol

*) Die Schraube, auf welche die durchbohrten Kugeln aufgeſchraubt wurden, war anfangs ½ Zoll lang, wurde aber nach dem 3ten Verſuche um die Hälfte verkürzt; und da ſich fand, daſs ſie auch dann noch länger als nöthig war,

Digitized by Google

$B+D = 3{,}0083$; $\frac{AD}{B+D} = 0{,}35711$; $\frac{BC}{B+D} = 0{,}36769$;

und 2 . cotg Incl. $= 0{,}35711 + 0{,}36769 = 0{,}72480$

cotg Incl. $= 0{,}3624$; und *die Neigung* $= 70° 4{,}7'$ nördl.

der von Dollond verfertigten Mayer'ſchen Nadel.

gaben die Beobb. im Mittel die Winkel			woraus folgt die Neigung
$F = 31° 8{,}2'$ und	$f = +\ 9° 22{,}3'$		
$G = 29\ 41{,}3$	$g = +\ 6\ 17{,}4$		$70° 3{,}3'$ N
$F = 49\ 11{,}7$	$f = -\ 22\ 22$		
$G = 46\ 58{,}7$	$g = -\ 20\ 9$		$70\ 4{,}7$
$F = 30\ 36{,}8$	$f = +\ 10\ 8$		
$G = 28\ 47{,}7$	$g = +\ 7\ 46{,}6$		$70\ 1{,}4$
$F = 45\ 58$	$f = -\ 14\ 49{,}1$		
$G = 41\ 50{,}7$	$g = -\ 11\ 28{,}7$		$70\ 0{,}1$
$F = 27\ 74{,}3$	$f = +\ 14\ 7{,}2$		
$G = 24\ 14{,}2$	$g = +\ 13\ 21{,}7$		$70\ 5{,}9$
$F = 30\ 36{,}2$	$f = +\ 10\ 17{,}2$		
$G = 27\ 12{,}6$	$g = +\ 9\ 15{,}3$		$70\ 3{,}5$
$F = 32\ 0{,}2$	$f = +\ 8\ 3{,}4$		
$G = 28\ 57{,}4$	$g = +\ 7\ 40{,}9$		$70\ 5{,}2$
$F = 24\ 14$	$f = +\ 17\ 34{,}1$		
$G = 22\ 17{,}5$	$g = +\ 15\ 34{,}8$		$70\ 0{,}9$
$F = 48\ 24{,}7$	$f = -\ 19\ 25$		
$G = 44\ 57{,}1$	$g = -\ 17\ 19$		$70\ 0{,}3$
$F = 24\ 27{,}6$	$f = +\ 17\ 38{,}5$		
$G = 22\ 4$	$g = +\ 15\ 22$		$70\ 3{,}8$

Neigung in London im Auguſt 1821 $= 70° 2{,}91'$ N.

wurde ſie nach dem 8ten Verſuche nochmals kürzer gemacht, bis ihre Länge nur noch dem Durchmeſſer der gröſsern Kugel gleich war. *Gilb.*

Digitized by Google

4.

Um die Genauigkeit dieſes Reſultates, welches ich mit der nach Hrn Mayer's Vorſchrift verfertigten Nadel erhalten habe, noch auf eine andre Weiſe zu bewähren *), habe ich eine, wenn ich nicht irre, von Hrn Laplace angegebene Methode befolgt, die Neigung wenigſtens näherungsweiſe zu finden: nämlich durch Beobachtung der Zeiten, in welchen die Neigungs-Nadel eine gewiſſe Anzahl von Schwingungen erſtens im magnetiſchen Meridiane, und zweitens in der auf dieſen Meridian ſenkrechten Ebene macht. Die magnetiſchen Kräfte, welche in dieſen beiden Ebenen die Nadel antreiben, ſtehen zu einander in dem Verhältniſſe von 1 : ſin *Incl.* Bezeichnet man daher die Zeiten, in welchen dieſelbe Nadel eine gleiche Anzahl von Schwingungen im magnetiſchen Meridiane und in der Ebene, die auf ihn ſenkrecht iſt, macht, erſtere mit M, letztere mit P, ſo iſt

$$\text{ſin Incl} = \frac{M^2}{P^2}$$ **).

*) In Hrn Prof. Schmidt's in Gieſsen „Bemerkungen über die vom Hofr. Mayer in Göttingen vorgeſchlagene Methode, den magnetiſchen Neigungs-Compaſs zu gebrauchen", dieſe Annal. J. 1819 St. 9, od. B. 63 S. 1, würde Hr. Sabine Anweiſungen gefunden haben, daſſelbe noch auf andere Arten zu bewerkſtelligen; dieſer Aufſatz ſcheint ihm aber nicht bekannt geworden zu ſeyn. *Gilb.*

**) Denn die Quadrate der Schwingungszeiten ſind den Kräften, welche zwei Pendel von gleicher Länge beſchleunigen, verkehrt proportional: alſo $P^2 : M^2 = 1 :$ ſin Incl. *Gilb.*

Digitized by Google

In den folgenden Verſuchen wurden die Nadeln jedesmal unter einem Winkel von 40° mit dem Meridian *), durch einen zu dieſem Zwecke an dem Inſtrumente angebrachten Apparat zurückgehalten; von dort aus ließs ich ſie ſchwingen, fing aber die Schwingungen erſt an zu zählen, wenn der Schwingungs-Bogen bis auf 30° abgenommen hatte.

Erſte Reihe von Verſuchen, den 3 September, mit einer Neigungsnadel, deren Schwerpunkt nahe mit der Axe der Bewegung zuſammenfallend gemacht war, mittelſt eines ſeidenen Schiebers, der nach dem zu leichten Ende zu ſo lange vorgeſchoben wurde, bis die Nadel im magnetiſchen Meridian nahe 70° Neigung zeigte, und dann bei Veränderung des Azimuths um 90°, lothrecht ſtand.

Anzahl der Schwingungen	Verſuch 1			Verſuch 2			Verſuch 3		
	Bog.;	Zeit ;	Z.Diff	Bog.;	Zeit ;	Z.Diff	Bog.;	Zeit ;	Z.Diff
	Im magnetiſchen Meridian								
0	30° ;	0′ 00″		30° ;	0′ 00″		30° ;	0′ 00″	
			55,5″			55″			55,5
10	24	55,5		23	55		24	55,5	
			55			55			55
20	20	1 50,5		20	1 50		21	1 50,5	
			55			55			55
30	17	2 45,5		16	2 45		17	2 45,5	
			54,5			54,5			55
40	14	3 40		13	3 39,5		14	3 40,5	
			54			54,5			54,5
50	10	4 34		10	4 34		10	4 35	
50	in	274″			274″			275″	

Alſo $M = 274{,}33''$.

*) *with the meridian:* wie im Original ſteht, ſoll nichts anderes heiſsen, als mit der horizontalen Linie, welche die Mittagslinie iſt, wenn die Nadel ſich im Meridian (dem Mittagskreiſe) befindet. In einer um 40° von der magnetiſchen Mittagsebene abweichenden lothrechten Ebene zeigt zwar die Nadel eine gröſsere Neigung als in der Mittagsebene, doch aber nicht um ſo viel gröſser, daſs ſie beim Zurückführen ihrer Ebene in den Meridian in Schwingungen von mehr als 30° Gröſse kommen könnte. *Gilb.*

Digitized by Google

Anzahl der Schwingungen	Verſuch 1 Bog.; Zeit ; Z.Diff	Verſuch 2 Bog.; Zeit ; Z.Diff

In der auf den magnetiſchen Meridian ſenkrechten Ebene

0	30°	0′ 00″		28°	0′ 00″		
			57			57	
10	25	57		22	57		
			57			57	
20	20	1 54		18	1 54		
			56,5			56,5	
30	16	2 50,5		16	2 50,5		
			56,5			56,5	
40	14	3 47		14	3 47		
			56			56	
50	11	4 43		10	4 43		
		283″			283″		$P = 283''$

Alſo $\frac{M^2}{P^2} = \frac{274{,}33^2}{283^2} = 0{,}93966 =$ ſin. Inclin.

und *die Neigung* = 69° 59,7′ nördl.

Zweite Reihe von Verſuchen, am 7 September, mit einer Neigungsnadel (N. 2) juſtirt durch ein an der Axe befeſtigtes Kreuz von Drähten:

Anzahl der Schwingungen	Verſuch 1 Bog.; Zeit ; Z.Diff	Verſuch 2 Bog.; Zeit ; Z.Diff	Verſuch 3 Bog.; Zeit ; Z.Diff

Im magnetiſchen Meridian

0	30°	0′ 00″		30°	0′ 00″		30°	0′ 00″		
			50″			50″				50″
10	22	50		21	50		25	50		
			49,5			49				49
20	17	1 39,5		16	1 39		18	1 39		
			48,5			48,5				49
30	13	2 28		12	2 27,5		12	2 28		
			49			49,5				49
40	10	3 17		9	3 17		10	3 17		
			49			49				49
50	6	4 6		6	4 6		7	4 6		
			50			50,5				50
60	4	4 46		4	4 56,5		5	4 56		
			50			50				50
70	2	5 40		2	5 46,5		3	5 46		
70	in	346″			346,5″			346″		

Alſo $M = 346{,}17''$

Digitized by Google

Anzahl der Schwingungen	Verſuch 1 Bog.; Zeit ; Z.Diff	Verſuch 2 Bog.; Zeit ; Z.Diff	Verſuch 3 Bog.; Zeit ; Z.Diff
	In der auf dem magnet. Meridian ſenkrechten Ebene		
0	30° ; 0′00″	30° ; 0′00″	30° ; 0′00″
	51	50,5″	
10	22 51	23 50,5	23 52
	50,5	51,5	
20	15 1 41,5	18 1 42	17 1 43
	52	51	
30	10 2 33,5	12 2 33	12 2 34
	51	51	
40	8 3 24,5	8 3 24	9 3 25
	51	51	
50	6 4 15,5	6 4 15	6 4 17
	51	51	
60	4 5 6,5	4 5 6	3 5 7
	50,5	51	
70	2 5 17	2 5 57	2 5 57
70	in 357″	357″	357″ $P = 357''$

Alſo $\frac{M^2}{P^2} = \frac{346,17^2}{357^2} = 0,94025 = \text{ſin. Inclin.}$

und *die Neigung* = 70° 5,8′ nördl.

Dritte Reihe von Verſuchen, am 7 September, mit einer von Dollond verfertigten Neigungsnadel (N. 3). Sie hat an ihren Grundflächen mittelſt eines kleinen Würfels vereinigte Aerme; der Würfel iſt zum Aufnehmen der Axe durchbohrt, und dieſe hat ähnliche cylindriſche Enden als Mayer's Nadel, welche mit groſser Sorgfalt ſehr dünn abgedreht ſind.

Der erſte Schwingungsbogen betrug 27°, 28° oder 30°; der 5oſte noch 12° bis 8°, und der 7oſte noch 8° bis 4°. Ich laſſe die Gröſsen der Schwingungsbogen wegen Mangels an Platz aus der folgenden Tafel weg, da dieſe Notiz völlig hinreicht. Folgendes waren in den 4 Doppel-Verſuchen die Zeiten von 10 zu 10 Schwingungen und deren Differenzen:

Anzahl der Schwingungen	Verſuch 1 Zeit	Diff.	Verſuch 2 Zeit	Diff.	Verſuch 3 Zeit	Diff.	Verſuch 4 Zeit	Diff.
			Im magnetiſchen Meridian					
0	0′ 00″		0′ 00″		0′ 00″		0′ 00″	
		37″		38″		37,5″		37″
10	37		38		37,5		37	
		38		37		37		37
20	1 15		1 15		1 14,5		1 14	
		37		37		37,5		37
30	1 52		1 52		1 52		1 51	
		37		37,5		37,5		38
40	2 29		2 29,5		2 29,5		2 29	
		37		37,5		37		37
50	3 6		3 7		3 6,5		3 6	
		37		37		37		37
60	3 43		3 44		3 43,5		3 43	
		37		36,5		37		37
70	4 20		4 20,5		4 20,5		4 20	
70	in 260″		260,5		260,5″		260″	$M = 260{,}25''$
			In der auf dem magn. Meridian ſenkrechten Ebene					
0	0′ 00″		0′ 00″		0′ 00″		0′ 00″	
		39,5″		39″		38,5″		39″
10	39,5		39		38,5		39	
		38,5		39		39		39
20	1 18		1 18		1 17,5		1 18	
		39		38		38,5		38
30	1 57		1 56		1 56		1 56	
		38		39		38,5		38
40	2 35		2 35		2 34,5		2 34	
		37		38		38		38
50	3 12		3 13		3 12,5		3 12	
		38		37		38		38
60	3 50		3 50		3 50,5		3 50	
		38,5		38		38		38,5
70	4 28,5		4 28		4 28,5		4 28,5	
70	268,5″		268″		268,5″		268,5	$P = 268{,}38''$

Alſo $\frac{M^2}{P^2} = \frac{260{,}25^2}{268{,}38^2} = 0{,}94033 =$ ſin. Inclin.

und *die Neigung* = 70° 6,5′ nördl.

Die Reſultate aus dieſen Schwingungs-Verſuchen geben uns die *Neigung* zu London

Digitized by Google

die erſte Reihe zu 69° 59,7′ nördl.
die zweite Reihe zu 70° 5,8′,
die dritte Reihe zu 70° 6,5′,
alle 3 *Reihen* alſo *im Mittel* zu 70° 4′ nördlich.

Dieſes ſtimmte weit genauer mit dem Ergebniſſe der directen Beobachtungen mit der Mayer'ſchen Nadel überein, als ich erwartet hatte, und es verdient daher dieſes Verfahren in *kleineren magnetiſchen Breiten* recht ſehr empfohlen zu werden. In Breiten von 70° und mehr, iſt es jedoch weit weniger zuverläſſig, da dort, ein kleiner Irrthum in irgend einer der beobachteten Zeiten bedeutende Verſchiedenheiten in dem Reſultate hervorbringen kann, und man daher, ohne ſehr groſse Sorgfalt und häufiges Wiederholen, ſehr würde irren können, wenn nicht die Nadel ihre Schwingungen in ſchicklichen Bogen eine weit gröſsere Anzahl von Secunden lang fortſetzt, als in den vorhergehenden Verſuchen.

5.

Es iſt mir nicht bekannt, daſs ſchon von irgend einem Andern die folgende Methode angegeben worden ſey, wie ſich die Neigung mittelſt eines ähnlichen Princips in *hohen Breiten* eben ſo genau finden läſst, und mit eben den Vortheilen, welche die vorhergehende für Breiten vom magnetiſchen Aequator bis 45° gewährt. Man beobachte mit einer Neigungsnadel erſt die Zeit (N), in welcher ſie eine gewiſſe Anzahl von Schwingungen in der magnetiſchen *Mittagsebene* macht. Alsdann nehme man die Nadel aus dem Inclinatorium, befeſtige an dem einen Ende ihrer Axe einen einfachen Faden Seide, und hänge ſie mittelſt

Digitized by Google

dieſes ſo auf, daſs die Nadel horizontal ſchwebend ſich blos in *horizontaler Ebene* bewegen kann *), und beobachte nun zweitens die Zeit (H), in welcher ſie dieſelbe Anzahl von Schwingungen als zuvor macht. Die Quadrate der erſten Schwingungs-Zeit verhalten ſich zu den Quadraten dieſer letztern Schwingungs-Zeit wie 1 : *cofin. Inclin.* **). Während folglich bei der vorigen Methode der Einfluſs von Beobachtungsfehlern mit der Gröſse der Neigung wächſt, ſo wie die Differenzen der Sinuſſe fortſchreitend abnehmen, nimmt im Gegentheil bei dieſer Methode der Einfluſs der Beobachtungsfehler in eben dem Verhältniſſe ab. Die Neigung läſst ſich daher da, wo ſie 65° und mehr beträgt, auf dieſe Weiſe mit groſser Genauigkeit mit Inſtrumenten, die im Ganzen gut gemacht ſind, beſtimmen, ohne daſs es erfordert wird, daſs die Enden der Axe ſehr dünn ſind. Der Seidenfaden muſs einige Zoll lang und ganz ungedreht ſeyn, und die horizontalen Schwingungen müſſen unter einem Glasdeckel oder unter einem hölzernen Deckel mit eingeſetztem Glaſe vor ſich gehn.

Den folgenden Verſuch habe ich mit Dollond's Nadel (N. 3) angeſtellt. Der Seidenfaden war 15 Zoll

*) *ſuspended horizontally by a ſilk thread attached to either end of the axis, the needle being limited thereby to a horizontal motion.*

**) Denn die Kraft, welche die horizontal-ſchwebende Magnetnadel antreibt, verhält ſich zur ganzen magnetiſchen Kraft an dem Orte, wie cofin. Incl. : 1, und beide ſind den Quadraten der Schwingungszeiten verkehrt proportional, verhalten ſich alſo wie $M^2 : H^2$, und alſo iſt cofin Incl. $= \frac{M^2}{H^2}$ *G.*

Digitized by Google

lang und in einer Rinne (*groove*) nicht weit von dem Ende der Axe befeſtigt. Die Schwingungen geſchahen in Bogen kleiner als 25°.

Zahl der Schwingung	Zeit	Zahl der Schwingung	Zeit	giebt für 70 Schwingungen
0	0′ 00″	70ſte	7′ 25,75″	7′ 25,75″ Zeit
2te	13	72ſte	38,5	25,5
4te	25,75	74ſte	51,25	25,5
6te	38,5	76ſte	8 4	25,5
8te	51,25	78ſte	16,75	25,5
10te	1 4	80ſte	29,25	7 25,25
			im Mittel	7′ 25,5″ = 445,5″ = *H*.

Alſo iſt, da zuvor $M = 260{,}25''$ gefunden worden,

$$\frac{M^2}{H^2} = \frac{260{,}25^2}{445{,}5^2} = 0{,}341265 = \textit{cosin. Inclin.}$$

und *die Neigung* = 70° 2,6′ nördl.

6.

Dieſe drei verſchiedenen Methoden die magnetiſche Neigung zu beſtimmen, haben uns alſo folgende Reſultate gegeben:

Aus 10 directen Verſuchen mit Mayer's Nadel 70° 2,9′

Aus den Zeiten, in welchen gleiche Mengen von Schwingungen im magnetiſchen Meridian und in der auf ihn ſenkrechten Ebene vollendet wurden, im Mittel aus Verſuchen mit 3 verſchiedenen Nadeln 70 4

Aus den Zeiten, in welchen gleiche Schwingungs-Mengen von derſelben Nadel im magnet. Meridian und in horizontaler Ebene vollendet wurden 70 2,6

Man hat daher das Mittel aus allen dreien, 70° 3′

Digitized by Google

für die *wahre nördliche Neigung der Magnetnadel* zu nehmen, in London im Regent's Park, in den Monaten Auguſt und September 1821, innerhalb 4 Stunden um Mittag, der Zeit in der alle Beobachtungen gemacht worden ſind.

7.

Was die *frühern* Beſtimmungen der Neigung in London betrifft, ſo ſcheinen die Reſultate der von Nairne im J. 1772, von Cavendiſh im J. 1776, und von Gilpin im J. 1805 gemachten Neigungs-Beobachtungen anerkannt, und der Beachtung vorzüglich werth zu ſeyn. Es läſst ſich annehmen, daſs bei ihnen die wegen Unvollkommenheit der Inſtrumente nicht zu vermeidenden Fehler, in nicht allzu weite Gränzen eingeſchloſſen worden ſind, vermöge der Methode der Beobachtung, welche dieſe Männer gewählt, und der Maſsregeln der Vorſicht, die ſie genommen haben werden. Da ſie jedoch ihre Beobachtungen in Gebäuden in eng bebauten Theilen der Hauptſtadt angeſtellt haben, ſo müſſen örtliche Anziehungen auf das Ergebniſs mit eingewirkt haben, und daraus können leicht gröſsere Irrthümer als aus der Beſchaffenheit der Inſtrumente hervorgegangen ſeyn. Auch läſst ſich nicht als eine hinreichende Abhülfe des Einfluſſes dieſer Störungen das Anbringen einer durch Beobachtung der Neigung im Freien aufgefundenen Correction betrachten; denn auch da wird die Nadel immer noch von Eiſen in den benachbarten Häuſern oder ſonſt in der Nachbarſchaft angezogen. Man braucht nur einige Verſuche mit Neigungs-Nadeln an verſchiedenen Stellen einer Stadt anzuſtellen, um ſich

Digitized by Google

zu überzeugen, wie wenig man ſich auf die Genauigkeit ſolcher Reſultate verlaſſen kann. Ohne Zweifel iſt es wohl dieſer Urſach mehr noch als den Fehlern im Inſtrumente zuzuſchreiben, daſs die in den Zimmern der königl. Geſellſchaft der Wiſſenſchaften beobachtete Neigung in ihren Schriften auf das jetzige Jahr (1821) angegeben wird 71° 6′ oder 71° 42′ *).

Da die Beobachtungen Nairne's im J. 1772 und Lord Cavendiſh's im J. 1776 nicht weit von einander abweichen, weder in der Zeit noch in der Gröſse der Neigung, ſo läſst ſich das Mittel aus ihnen, 72° 25′ für das J. 1774, als die beſte Annäherung anſehn, welche ſich zur Kenntniſs der Gröſse der Neigung zu London in früherer Zeit, jetzt machen läſst.

Vergleichen wir dieſe Neigung mit der, welche ich für das gegenwärtige Jahr gefunden habe (70° 3′), ſo ergiebt ſich 3′,02 als die *mittlere jährliche Abnahme der Neigung* von 1774 bis 1821. Dieſes iſt um $\frac{2}{3}$ kleiner als die mittlere jährliche Abnahme derſelben in Paris von 1798 bis 1814, wie ſie ſich aus den Beobachtungen der HH. von Humboldt, Gay-Luſſac und Arago ergiebt; und könnte man ſich daher auf die Genauigkeit dieſer Beobachtungen völlig verlaſſen, ſo würde daraus folgen, daſs die jährliche Veränderung der Neigung in dieſem Theile der Erde jetzt gröſser iſt, als ſie vor 30 oder 40 Jahren war.

Ich muſs jedoch hierbei bemerken, wenn auch vielleicht nur als ein ſonderbares Zuſammentreffen,

*) Vergl. „Darſtellung der Beobachtungen über die Abweichung und die Neigung der Magnetnadel, welche von 1786 bis 1806 in den Zimmern der kön. Soc. zu London angeſtellt ſind von Ge. Gilpin", in dieſ. Annal. J. 1808 B. 29 S. 384. *Gilb.*

Digitized by Google

dafs wenn wir Whiſton's Beſtimmung der Neigung in London im J. 1720 zu 75° 10′ annehmen *), wir für die Jahre von 1720 bis 1774 eine mittlere jährliche Verminderung der Neigung von 3,05′ erhalten, welche nur 0,03′ von der abweicht, die wir hier für die folgenden 47 Jahre gefunden haben.

8.

Es wird nicht überflüſſig ſeyn, noch in der Kürze zu unterſuchen, in wie fern die durch unmittelbare Beobachtung gefundene Gröſse der Veränderung der Neigung, durch die Wirkung Beſtätigung erhalten kann, welche eine Verminderung der Neigung auf die Schwingungen einer horizontal ſchwebenden Nadel haben mufs. Wenn man mit Dr. Young annimmt, dafs die Stärke der magnetiſchen Kraft verkehrt proportional iſt der Gröſse $\sqrt{(4 - 3 . \sin^2 \text{Inclin.})}$, welches ſich auffallend beſtätigt hat unter Neigungen von 70° bis 90°, durch Verſuche, welche auf der letzten arktiſchen Expedition angeſtellt worden ſind; ſo wird die Stärke der auf die horizontale Nadel wirkenden magnetiſchen Kraft, welche in dem Verhältniſſe von 1 : cos Inclin. kleiner als jene iſt, der Gröſse $\sqrt{\left(\frac{1}{1-\sin^2 \text{Incl.}} + 3\right)}$ proportional **). Für jede 1′,

*) Lord Cavendiſh ſagt von ihr in den *Philoſ. Transact. for* 1776 *Art.* 21, er halte ſie für ziemlich genau (*to have been pretty accurate*), da Whiſton in mehrern Theilen Englands beobachtet habe, und ſeine Beobachtungen mit einander gut übereinſtimmen. *Sab.*

**) Denn $\sqrt{\left(\frac{4-3\sin^2 \text{Incl}}{\cos^2 \text{Incl}}\right)}$ iſt $= \sqrt{\left(\frac{1}{1-\sin^2 \text{Incl}} + 3\right)}$ *G.*

Digitized by Google

welche die Neigung in London abnimmt, wird folglich die Zeitdauer irgend einer Anzahl horizontaler Schwingungen um ungefähr $\frac{1}{1000}$ des Ganzen gröfser.

Wenn die Nadel N. 3 der vorhergehenden Verſuche auf die beſchriebene Weiſe aufruht, und von einem 40° von der Mittagslinie ab liegenden Theilſtriche *ab* los gelaſſen wird (*releaſed*), ſo bleibt ſie über 40 Minuten lang in Schwingung, und macht mehr als 400 Schwingungen bevor die Bogen ſo klein werden, daſs ſich das Ende jeder einzelnen Schwingung nicht mehr deutlich erkennen läſst. Beobachtet man die Zeiten des Anfangs und des Beendigens der auf einander folgenden Schwingungen auf die in dem Beiſpiel Seite 23 nachgewieſene Weiſe, ſo läſst ſich daher die Dauer jeder Anzahl von Schwingungen ſchnell und genau bis auf Theile einer Secunde beſtimmen. Nimmt man daher 400 als die beobachtete Anzahl, und 42′ oder 2520″ als die Zeitdauer derſelben, ſo würde die jährliche Verminderung der Neigung um 3′ eine Vermehrung in dieſer Schwingungszeit von 2,2 Secunden hervorbringen. Sie iſt alſo bedeutend genug, um zu dem Verſuche aufzumuntern, beſonders wenn man ein Mittel aus vielen Beobachtungen in jedem Jahre nimmt; in welchem Fall es rathſam ſeyn dürfte Beobachtungen, die in aufeinander folgenden Jahren in derſelben Jahrszeit, und vielleicht auch in derſelben Tagesſtunde gemacht worden, mit einander zu vergleichen. Doch haben die Verſuche der Hrn v. Humboldt und Gay-Luſſac gezeigt, daſs wenn auch eine ſtündliche Variation der Stärke der magnetiſchen Kraft Statt finden ſollte, ſie doch nicht hinreicht eine wahr-

Digitized by Google

nehmbare Wirkung in einer bis auf 1234 Secunden ſteigenden Schwingungszeit, die an verſchiedenen Stunden des Tages und in der Nacht wiederholt würde, hervorzubringen.

9. *Schluſs.*

Es ſcheint aus dieſer Unterſuchung hervorzugehn, daſs ſich die magnetiſche Neigung unmittelbar mit Mayer's Nadel innerhalb einer viel kleineren Fehler-Gränze als mit Nadeln von den bisher üblichen Einrichtungen beſtimmen läſst, indem die Reſultate blos ſolchen Fehlern ausgeſetzt ſind, welche ſich durch Wiederholung reduciren laſſen. Denn in den zehn Verſuchen, welche ich der Geſellſchaft vorgelegt habe, beträgt die gröſste Abweichung eines derſelben von dem Mittel nicht über 5 Minuten. Man iſt daher berechtigt anzunehmen, daſs die directen Beobachtungen einer hinlänglich groſsen Genauigkeit fähig ſind, um uns zu rechtfertigen, wenn wir ſie in kurzen Zwiſchenzeiten in der Abſicht wiederholen, um über die Gröſse der magnetiſchen Neigung und über die Gleichförmigkeit der Veränderungen, denen ſie an demſelben Orte unterworfen iſt, eine genaue Kenntniſs zu erlangen.

Digitized by Google

Zuſatz.

Notiz von Kapit. Sabine's Expedition nach Spitzbergen, und von den neueſten Entdeckungs-Reiſen in das Nord-Polar-Meer, der Kapp. Parry, Kotzebue, Titow u. Scoresby.

(*Nach öffentlichen Nachrichten.*)

1. Kapitain Sabine hat an der neueſten Entdeckungs-Reiſe des Kapit. Parry nicht Antheil genommen; dagegen wurde ihm ein anderer ehrenvoller Auftrag der brittiſchen Regierung zu Theil, von welchem er noch nicht zurückgekehrt iſt, und über den Folgendes in öffentlichen Blättern bekannt gemacht wurde.

„Die kön. Kriegsſloop *Griper*, welche zu Deptford ausgerüſtet wurde, um mit Kapitän Sabine nach Grönland und Spitzbergen zur genauern Beſtimmung der Länge des Secunden-Pendels in dieſen hohen Breiten abzugehn, verlieſs im Monat Mai 1823 die Nore (Landſpitze an der Themſe-Mündung). Nach einer beſchwerlichen und langweiligen Fahrt lief ſie am 2ten Juni in die Bai von *Hammersfors* im norwegiſchen Lappland in gutem Stande ein. Kapit. Sabine wollte 2 oder 3 Wochen an dieſem erſten Beobachtungsorte bleiben, dann nach *Spitzbergen*, dem zweiten Beobachtungsorte gehn, und von da nach der *öſtlichen Küſte Grönlands* ſegeln, ſo weit nördlich als das ewige Eis es verſtatten würde, und nachdem man dort am Lande die beabſichtigten Beobachtungen gemacht haben würde, dieſe noch unerforſchte Küſte nach Süden unterſuchen. Bei dem Rückwege von hier nach England ſollte die Sloop in *Island* anlegen, und dann über *Drontheim* in Norwegen, dem vierten Beobachtungsorte, etwa im November nach England zurückkehren.

2. Am 9ten Auguſt 1823 hat der kaiſ. ruſſiſche Schiffs-Kapit. Kotzebue zu Kronſtadt eine neue Entdeckungs-Reiſe um Cap Horn in die Südſee angetreten, in einer ausdrücklich zu dieſer Expedition gebauten Corvette von 24 Kanonen. Sie iſt mit 13 Officieren und 80 Matroſen beſetzt, ſämmtlich Freiwilligen aus der kaiſerl. Marine, und hat überdem 2 Aerzte (unter ihnen Dr.

Digitized by Google

Eſchſcholz, den Begleiter von Kruſenſtern), 2 Naturforſcher, 1 Aſtronomen (Preiſs, Adjunct der Dorpater Sternwarte), 1 Mineralogen und 1 Phyſiker am Bord. Den 21ſten Auguſt kam dieſe Corvette auf der Rhede von Kopenhagen an. Die Entdeckungs-Reiſe ſoll 3 Jahre dauern; Kapit. von Kotzebue wird (Inſtrumente zum Beobachten in England einnehmen, und) ſeine Inſtructionen in Kamtſchatka finden, wohin er zunächſt geht.

3. (London den 18 October 1823.) Ein unerwartetes freudiges Ereigniſs läſst heute plötzlich die Politik vergeſſen. Kapitän Parry, den man faſt ſchon für verloren hielt, iſt in Whitby gelandet, und kam mit Extrapoſt dieſen Morgen hier an, während ſeine beiden Schiffe (*Fury* und *Hekla*) mit welchen er vor drittehalb Jahren die dritte Entdeckungsreiſe nach dem Polarmeere antrat, den Weg nach der Themſe längs der Küſte nehmen. Wenn gleich ſein Vorhaben nicht gelungen iſt, ſo haben wir doch Urſach uns zu freuen, daſs ein ſo erfahrner, kühner und kenntniſsreicher Seefahrer wohlbehalten zurückgekehrt iſt, und ſeine unerſchrockenen Gefährten bis auf 5 Mann geſund und guten Muthes in ihr Vaterland zurück gebracht hat.

Im Sommer des Jahres 1821 hat Kapit. Parry im nördlichen Theile der Hudſons-Bai zuerſt die *Repulſe-Bai*, dann die von Sir Thomas Roe entdeckte und von ihm *Welcome* genannte Meerenge, und endlich den eiſigen Meeresarm erforſcht, der den Namen des Entdeckers deſſelben, *Middleton*, führt. Da ſich weder nach Norden noch nach Weſten eine Durchfahrt fand, ſo überwinterten die Schiffe hier an der Südſeite einer Inſel, welcher Kapit. Parry den Namen *Winter-Inſel* gegeben hat, unter 66° 11′ nördl. Breite und 83° weſtl. Länge von Greenwich. Während des Winter-Aufenthalts hatten die Seefahrer mit einem Stamme der eingebornen Eskimos in gutem Einverſtändniſs gelebt, und nach dem, was ſie von ihnen erfuhren, hegte Kap. Parry Hoffnung, daſs er von hier aus die erſehnte nordweſtliche Durchfahrt auffinden werde. Er ſetzte daher eifrig im folgenden Sommer 1822 ſeine Unterſuchungen im Norden fort und durchſuchte alle weſtlich gehende *Buchten*, gelangte aber doch nicht weiter als in einen Sund oder eine Meerenge, welcher nach Oſten zu von der Küſte des fe-

Digitized by Google

ſten Landes Amerika's, und nach Weſten von der nördlichen Inſelgruppe begränzt wird, in welcher Kapit. Parry auf ſeiner vorigen Reiſe überwintert hat. Der Zweck, die Nordgränze des feſten Landes von Amerika zu beſtimmen, ſcheint alſo wenigſtens erfüllt zu ſeyn.

Kapitän Parry drang nun noch 2° weiter weſtlich vor, in der Hoffnung die nordweſtliche Durchfahrt zu bewerkſtelligen; allein als er in den engſten Theil des Sundes gelangte, fand er ihn von Eis verſperrt, welches alle Kennzeichen immerwährenden Eiſes hatte, das keiner Jahrszeit (oder ihr nur in auſserordentlichen Fällen) weicht, und die Expedition muſste ſich entſchlieſsen hier unter 69° 20′ Breite und 81° 50′ weſtl. Länge zu überwintern. Da während des Sommers 1823 das Eis ſo feſt zuſammenhängend blieb, daſs auf keine Durchfahrt zu hoffen war, muſste er endlich der Unternehmung entſagen und nach England zurückkehren. Er hat nur 4 Mann durch Krankheit und einen durch Zufall verloren *).

4. (Aus der Hamb. Zeit. vom 9t. Nov. 1822.) Der bekannte Kapit. Scoresby, dem man bereits ſo viele gründliche Aufklärungen über Grönland, und den dortigen Wallfiſchfang verdankt, hat ſich neue ausgezeichnete Verdienſte um Nautik und Geographie erworben. Am 19ten October kehrte er mit ſeinem Schiffe *Baffin* von Grönland nach Liverpool zurück. Die 9 Wallfiſche, welche der Preis ſeiner dieſsjährigen Fahrt waren, wurden vorzüglich an der *Oſtküſte* des *alten* oder *öſtlichen Grönlands* gefangen, welches man das verlorne nennt. Dieſe von Europäern ſo lange nicht geſehene Küſte behielt er 3 Monate lang im Auge, und ſtellte auf ihr naturhiſtoriſche und geographiſche Beobachtungen an.

*) Schon im November hieſs es in öffentlichen Nachrichten aus London, die Admiralität beabſichtige noch eine Entdeckungsreiſe nach dem Polarmeere, wiederum unter dem Befehl des Kapit. Parry, und zwar dieſes Mal durch die Behringsſtraſse; ein beſonderes Proviantſchiff ſolle dieſelbe bis Kamtſchatka begleiten. Späterhin wurde der Plan auf Erforſchung der Prinz-Regent-Einfahrt in der Barrow-Straſse, durch die man in das offne Meer an der Nordamerikaniſchen Küſte und zu den Mündungen des Kupferminen- und des Makenzie-Fluſſes zu gelangen hofft, beſtimmt.

Digitized by Google

Er hat ſie von 75° bis abwärts 69° Breite aufgenommen, und findet, daſs ſie, Krümmungen und Einbuchten mit gerechnet, etwa auf 800 engl. Meilen weit ſich erſtreckt, als eine nördlich laufende Fortſetzung derjenigen, auf der im 8ten Jahrhundert die alten Anſiedelungen von Island aus angelegt wurden. Er entdeckte hier mehrere ſehr bedeutende Einfuhrten; einige derſelben erſtrecken ſich wenigſtens 60 engl. Meilen weit von der Küſte landeinwärts, und ſelbſt dort war das Ende noch nicht ſichtbar. Die Zahl und Ausdehnung dieſer Einfuhrten, die Richtung derſelben, und die vielen Inſeln, die längs der Küſte hin liegen, lieſsen Hrn Scoresby vermuthen, daſs das ganze Land blos eine Inſelgruppe ſey, und daſs einige Einfahrten Meerengen ſeyen, die mit der Baffins-Bai in Verbindung ſtehen. Die allgemeine Geſtalt iſt der ſehr unähnlich, welche ſie auf den See-Karten hat; die Irrung beträgt auf den meiſten Karten nicht weniger als 15 Grad. Kapit. Scoresby hat an verſchiedenen Theilen der Küſte und an den Buchten gelandet, und überall Spuren von Bewohnern entdeckt, und noch dazu augenſcheinlich ganz friſche Spuren. An einem Orte fand er ein bedeutendes Dorf, deſſen Hütten verlaſſen waren, und zwiſchen denen ſich viele Gräber befanden. Er hat von dort Probeſtücke des Hausgeräthes und der Fiſcherwerkzeuge der Bewohner mitgebracht. Obwohl das Wetter auf der See im Allgemeinen kalt war, ſtand das Thermometer auf den Hügeln bei dem Dorfe doch nur auf 38° bis 40° F.; es war heiſs und ſchwül, und die Luft von Mücken durchſchwärmt. Auch viele Pflanzen und Mineralien (hauptſächlich Gebirgsarten), auch einige zoologiſche Merkwürdigkeiten hat er mitgebracht. Thiere der höhern Ordnung ſind dort ſelten, doch ſchoſs er einen weiſsen Haſen, und fing ein mäuſeähnliches Thier mit kurzem Schwanze.

4. (St. Petersburg im Nov. 1823.) Von dem im Juli zu geographiſchen Entdeckungen nach Island abgegangenen Kapitän Titow haben wir hier Nachrichten aus Plymouth erhalten, wo er auf ſeiner Rückreiſe eingelaufen iſt. Mit ziemlichem Glücke hat er ſeine Aufträge vollzogen, konnte ſich aber wegen des Treibeiſes weder nördlich von Island hinauf wagen, noch dieſe Inſel umſchiffen.

Digitized by Google

II.

Geognoſtiſche Beſchreibung der Hervorragungen des Flötzgebirges bei Lüneburg und bei Segeberg;

mit einem Anhange über die Richtung der Norddeutſchen Fluſsthäler, und die Lüneburger Heide;

von

Dr. Friedr. Hoffmann, Priv. Doc. in Halle *).

(Mit einer petrographiſchen Karte.)

Die Gypsfelſen von Lüneburg und von Segeberg treten ſo unerwartet aus dem aufgeſchwemmten Lande der norddeutſchen Ebene hervor, ihr Erſcheinen iſt dem Geologen, welcher die Verbindung der deutſchen Gebirgsarten mit den nordiſchen zu erforſchen trachtet, zugleich ſo willkommen und räthſelhaft, daſs es mir nicht überflüſſig ſchien dieſe faſt einzigen Orientirungspunkte in jener geognoſtiſchen Einöde, von neuem einer genaueren Unterſuchung zu unterwerfen. Dieſer Gegenſtand feſſelte um ſo mehr meine Aufmerkſamkeit, als eine mehrjährige Beobachtung in den Flötzgebirgen Nord-Deutſchlands mich merkwürdige Verhältniſſe des ältern Flöz-Gypſes zu der Form

*) Daſs dieſer reichhaltige Aufſatz ſich ſchon ſeit dem 28ſten Juni 1823 in meiner Hand befindet, glaube ich dem Hrn Verf. ſchuldig zu ſeyn hier ausdrücklich zu bemerken. *Gilb.*

Digitized by Google

und Richtung der Gebirgszüge, ſo wie zu den Schichtungs-Erſcheinungen der jüngeren Gebirgslagen hatte auffinden laſſen *). Es tritt dieſe durch eine ſpätere Revolution in den früheren Verband der Flöz-Schichten wunderbarer Weiſe eingeſchobene Gebirgsart, immer begleitet von Zeichen einer gewaltſamen Hervorhebung und Zertrümmerung der umgebenden Maſſen an die Oberfläche; die Zerſtörungen, welche ſie veranlaſst hat, gehören ſelbſt zu den nächſten Bildungs-Urſachen der ungeheuren Anhäufungen von Gebirgs-Trümmern, welche, in den Lagern der Braunkohlen und der Mammouth-Knochen mit ihren Begleitern, die Reſte einer plötzlich vernichteten Thier- und Pflanzen-Welt einſchlieſsen. Wenn wir mitten in ſolchen unermeſslichen Zerſtörungen vereinzelte Gyps-Berge erblicken, ſollte das nicht vielleicht allein ſchon hinreichen, bei ihnen analoge Verhältniſſe der Entſtehung zu vermuthen? Dieſe Betrachtung, verbunden mit der Belehrung, welche ich der Güte des Hrn Prof. Weiſs, der den Berg von Lüneburg auf einer ſchnellen Durchreiſe geſehn, und den Bemerkungen des Hrn Hofr. Hausmann in ſeiner Reiſe nach Scandinavien verdanke, wird die Ueberzeugung rechtfertigen, welcher zu Folge ich ſchon früher der von Hrn

*) Einige Belege für dieſe Behauptung, ſo wie die nähere Betrachtung des ganzen Phänomens, habe ich in einer vor kurzem erſchienenen Schrift: *Beiträge zur genaueren Kenntniſs der geognoſtiſchen Verhältniſſe Norddeutſchlands* Th. 1 S. 83 f. zu entwickeln verſucht. Was ich darin vor etwa 2 Jahren ſchrieb, hat ſich mir ſeitdem durch fortgeſetzte Beobachtungen für den Landſtrich von der Elbe bis über die Weſer hinaus vielfach aufs Neue beſtätigt. *H.*

Digitized by Google

Prof. Steffens aufgeſtellten Anſicht über das Alter jener Gypsberge widerſprechen zu müſſen glaubte *). Was mir Beſtimmtes über dieſen Gegenſtand aus eigner ſorgfältiger Anſchauung ſpäter zu ermitteln gelang, iſt die folgende Darſtellung zu entwickeln beſtimmt.

1. Der *Gypsberg* (ſogenannte Kalkberg) bei *Segeberg*.

Schon aus Hrn Prof. Steffen's Darſtellung geht hervor, daſs der Berg von Segeberg ſich in der relativ höchſten Gegend von Holſtein befindet, von welcher die Hauptflüſſe des Landes nach entgegengeſetzten Richtungen herabflieſsen. Seine Höhe über dem Spiegel der Oſtſee beträgt nach Meſſungen durch Zenith-Diſtanzen, welche Hr. Prof. Schumacher angeſtellt hat, 263,64 par. Fuſs. Ueber dem benachbarten ſogenannten *groſsen See* erhebt er ſich nach meinen Barometer-Meſſungen ſchnell zu 185,77′. Seine ſcharf und eckig begränzten Umriſſe zeichnen ihn ſchon früher vor ſeinen Umgebungen aus, und wenn gleich die Zerſtörungen, welche der ſeit Jahrhunderten in ihm betriebene Steinbruch veranlaſst, ihn faſt der ganzen öſtlichen und ſüdlichen Hälfte beraubt haben, ſo ergänzt ſich doch leicht aus den Trümmern ſeine urſprüngliche Kegelgeſtalt. In der That gleicht auch die Form dieſes Berges, welche C. Dankwerth's Abbildung aus der Mitte des 17ten Jahrhunderts bewahrt, auffallend der herrſchenden Form der Baſaltberge, und noch jetzt ruft ſeine Fern-Anſicht leichter den

*) Vergl. meine angef. Schrift S. 90. *H.*

Digitized by Google

Porphyr und ſeine verwandten Gebirgsarten als den Gyps des Flözgebirges in das Gedächtniſs *).

Dieſer *Gyps*, aus welchem die Maſſe des Berges beſteht, gehört ſelten der *dichten* Abänderung; gewöhnlich iſt er fein und verworren *körnig-blättrig*, weiſs oder von perlgrauer und hellbläulich-grauer Farbe, hin und wieder mit einzelnen dunkleren Streifen und Flecken durchzogen. Groſsblättriger Gyps und *Fraueneis* treten nur ſelten in ihm auf; noch ſeltner und nur auf unbedeutende Trümmer beſchränkt, zeigt ſich der *Faſergyps*. Die dichten Gypsmaſſen erſcheinen oft durch Beimengungen von dunkel gefärbtem vielleicht bituminöſem *Thone* verunreinigt, und bilden dann gleichförmig fortſetzende Bogen von dünn-ſchiefriger Structur, grob-erdigem Bruch, und groſser Zerbrechlichkeit. Sehr unregelmäſsig durch das Ganze vertheilt tritt ein feiner weiſser *Quarzſand* im friſch kryſtalliniſchen Geſteine auf; ſeine Anweſenheit verräth ſich friſch durch ein rauhes Anfühlen; mehr noch erkennt man ihn im gebrannten Zuſtande bei techniſcher Benutzung durch den Mangel an Bindekraft.

Charakteriſtiſcher, und auch allgemeiner durch den Gyps verbreitet, findet ſich ein ausgezeichnet ſchöner *Anhydrit*, kryſtalliniſch blättrig, von graulicher Farbe und ſtark durchſcheinend, in Trümmern, die bis über 1″ lang und bis 2‴ breit, ſcharf abgeſondert, die körnige Gypsmaſſe nach allen Richtungen durchziehn. Die dreifachen Blätter-Durchgänge ſchneiden

*) Man ſehe das Profil der weſtlichen Steinbruchs-Wand auf der petrographiſchen Karte Taf. I. *H.*

Digitized by Google

ſich rechtwinklig; zwei von ihnen, lebhaft glasglänzend, mit einer Neigung in den Perlmutterglanz, ſcheinen gleichwerth zu ſeyn; ein dritter iſt matt, und einer Kante parallel ſchwach geſtreift.

Steinſalz, der gewöhnliche Begleiter des Anhydrit, fehlt auch hier nicht ganz; eine Stelle von geringer Ausdehnung in dem Steinbruche, das *Salzloch* genannt, die beſtändig mit einem ſalzig ſchmeckenden Beſchlag überzogen iſt, ſcheint innig davon durchdrungen zu ſeyn. Auch hat man vor mehreren Jahren an einer andern Stelle des Steinbruchs einen ſchön durchſichtigen Steinſalz-Würfel gefunden, der bei dem Verſuch ihn aus der umgebenden Gypsmaſſe herauszubrechen zertrümmert worden iſt *). Bei tiefen Bohr-Verſuchen im Jahre 1807 ſind ebenfalls einige ſalzhaltige Stellen angebohrt worden **). *Wäſſer* von merklichem *Salzgehalt* quellen erſt in faſt 2 Meilen Entfernung, und umgeben den Gypsberg gegen SW in einem weiten Halb-Zirkel, von *Oldesloe* über *Tralau* bis nach *Bramſtedt* hin. Sollten ſie einem Steinſalzlager, das unter dem Gyps liegen möchte, ihren Urſprung verdanken, ſo würde man die Spuren davon

*) Dieſe Nachricht erhielt ich durch die Güte des Hrn Senator Magnus in Segeberg, deſſen thätiger Antheil an meinen dortigen Beobachtungen mich ihm dankbar verpflichtet hat. *H.*

**) Dieſe Bohrverſuche, deren Zweck war Steinſalz aufzuſuchen, wurden auf 2 Bohrlöchern betrieben, deren eines in der Tiefe des aufgeräumten Schloſs-Brunnen's etwa 200′ unter der Spitze des Berges angeſetzt, und von dort noch 308¼′ tief niedergeſtoſsen wurde; das andere ging aus dem Steinbruche ſelbſt zu 319′ nieder. Mit beiden iſt der Gyps nicht durchſunken worden. *H.*

Digitized by Google

freilich vorzugsweise gegen Süden zu suchen haben. Vielleicht ist es indeſs hier allein die innige Durchdringung vieler Stellen dieſes Gypſes mit Steinſalz, welche den Salzquellen ihr Daſeyn giebt. Die allmälige Auflöſung unzähliger fein zerſtreuter Salztheilchen, und das beſtändige Ausgleichen des verſchiedenen Ganges des Auflöſens an einzelnen Punkten durch das Zuſammenflieſsen, ſcheint das zu ſeyn, was dieſen Wäſſern die Gleichförmigkeit ihres Gehaltes ſichert, und vielleicht nähren ſie ſich fortwährend von dem Gypsgebirge auf eben die Art, wie die heiſsen Quellen durch Zerſetzung der nicht oxydirten Partikelchen vulkaniſcher Gebirgsarten hervortreten *).

*) Vergl. Leop. v. Buch in den Abhandlungen der Berliner Akademie der Wiſſenſchaften von 1818 und 1819 S. 65. Dieſe Vorſtellung von dem Urſprunge der heiſsen und vielleicht auch vieler andern Mineralquellen, läſst ſich vielleicht mit beſonderm Erfolg auch auf die zahlloſen *Salzquellen* anwenden, welche dem Gypsgebirge des ſüdöſtlichen Harz-Randes ihren Urſprung verdanken. Denn ſchon oft iſt es bemerkt worden, wie in jener mächtigen Gyps-Bildung, die der Bergbau ſo mannigfach aufgeſchloſſen hat, kaum noch ein Steinſalz-Lager von einiger Ausdehnung kann überſehn worden ſeyn, während auf der andern Seite ſelbſt alle Grubenwäſſer, welche aus ihr hervorkommen, ſich (nach Freiesleben's Bemerkungen) durch einen ſchmeckbaren Salzgehalt, oder doch' im Allgemeinen durch eine gröſsere ſpecifiſche Schwere auszeichnen. Schwache Einmengungen von Steinſalz können leicht der Aufmerkſamkeit der Beobachter entgangen ſeyn, und es iſt vielleicht nicht unwichtig deshalb Freiesleben's Nachricht von Steinſalz-Trümmern im Gypſe von *Bottendorf*, und Hausmann's Auffindung fein zerſtreuter Steinſalz-Partikelchen im Gyps von *Thiede* in's Gedächtniſs zu rufen. *H.*

Digitized by Google

Das Vorkommen der *Boraciten* in dem Segeberger Gyps ist bekannt; Pfaff's Analyse hat über ihre chemische Beschaffenheit entschieden *). Ihre Krystallform ist, der Kleinheit der einzelnen Krystalle ungeachtet, sehr kenntlich der Würfel, mit Andeutung von Flächen des Granat-Dodecaeders. Spuren von tetraedrischer Abstumpfung der Ecken sah ich niemals. Der Fundort dieses interessanten Fossils liegt in der steil abgebrochenen Felswand an der Ostseite des Hauptfelsens. Bei hellem Sonnenschein unterscheidet man die Boraciten leicht als blitzende Pünktchen in der matt-schimmernden fein-körnigen Grundmasse.

Der Umfang der Gypsmasse, welche ich bis hierher beschrieben habe, an der ringsum scharf bezeichneten Basis des Berges beträgt ungefähr 240 Rheinl. Ruthen. In S und W schneidet sie sich schnell und spurlos gegen das aufgeschwemmte Land ab; in N und O aber wird sie in einer Höhe von etwa 150′ unter dem Gipfel, von einem *Stinkstein-Lager* von unbekannter Mächtigkeit umlagert, welches fast ganz durch die Gebäude und Gärten der Stadt versteckt ist. Diesen Stein hat Hr. Prof. Steffens schon angeführt und dessen äussere Charakteristik gegeben. Sein urinöser Geruch ist schwach, jedoch beim Aufschlagen grösserer Stücke sehr merklich. Man findet in ihm oft kleine rundliche Höhlen mit Eisenocher gefüllt, die von zersetzten Schwe-

*) Siehe Schweigg. Journ. d. Ch. VIII. 1813 S. 131. Die weiter nicht bestätigte Beobachtung fein eingesprengten Bernsteins im Segeberger Gyps, welche Hr. Pfaff seiner Analyse hinzufügt, findet höchst wahrscheinlich ihren Grund in irgend einer Täuschung. *H.*

Digitized by Google

felkieſen herzurühren ſcheinen. Er bricht in mehr als Zoll-ſtarken Platten, die man zu Mauern, Trittſteinen nnd ähnlichen Zwecken verwendet; nur in einem Gärtchen an der Nordſeite des Berges ſieht man ihn deutlich neben dem Gyps anſtehn.

Schichtung iſt in dem ganzen Felſen ſehr deutlich wahrzunehmen. Sie iſt groſsentheils grob und mit ſehr rauhen Abſonderungs-Flächen. Beſonders ausgezeichnet in den Thon-reichen Lagen, veranlaſst ſie ein Gefüge, das dem Schiefrigen nahe kommt, während die herrſchenden Schichten Bänke von einigen Fuſs Mächtigkeit bilden. Die Streichungs-Linie bildet einen wahren Halbmond, und geht von der 6ten Stunde in allmähliger Krümmung durch St. 7, 8 u. ſ. w. bis in St. 12 über. Das Fallen geht danach im Allgemeinen von N bis gegen O herum, durchgehends ſteil, unter Winkel die wohl nirgends geringer als 60° ſind *). Bei ſo ſteiler Stellung fehlt es nicht an Schwankung, beſonders gehn die ſchiefrigen Schichten an einzelnen Stellen bis zur ſenkrechten über, ja in einer am SO-Ende befindlichen, vermuthlich durch einen alten Steinbruch entſtandenen Schlucht, fallen die ſtarken Bänke deutlich etwa 70° W-wärts. An der bezeichneten Gränze mit dem Stinkſtein kann man eine partielle Ueberſtürzung, in etwa 20 Schritt Breite, bei vollſtändiger Entblöſsung der fächerförmig geſchichteten Felswand verfolgen; man

*) Dieſem Umſtande mag man es zuſchreiben müſſen, daſs der Gyps bei den oben angeführten ſenkrecht niedergehenden Bohr-Verſuchen eine ſo ungewöhnliche Mächtigkeit zu zeigen ſchien. *H.*

Digitized by Google

ſieht dort den Gyps in dünnen Schichten zu erdigem Mehl-Gyps aufgelöſt, und mit einem Streichen in St. 9 und mit 60° SW-Neigung über den Stinkſtein herfallen, während er dicht dabei ſich ſenkrecht aufrichtet und dann ſchnell in die entgegengeſetzte Neigung übergeht. Auffallende Zerklüftung zeigt ſich faſt nirgends, nur in den ſchwachen Thon-Gyps-Lagen wird ſie bemerkbar, und an dem Süd-Abhange des Berges, wo die ſteil aufragenden Schichten-Köpfe ſich in die überliegende Schutt-Maſſe zerſplittern, vor welcher am Fuſse ein mächtiges Ziegelthon-Lager liegt.

Nordoſtwärts dieſer Haupt-Gypsmaſſe finden ſich unverkennbare Spuren eines neu auffetzenden Lagers gleicher Art, in einer ſehr niedrigen Hügelreihe, an den Ufern des *groſsen Sees* hinter *Stipsdorf*. Deutliche Aufwürfe alter Halden liegen hier voll Bruchſtükken eines Geſteins, welches dem von Segeberg durchaus ähnlich iſt. Die tief ausgehöhlten Gruben, welche zum Theil trichter-förmigen Erdfällen gleichen, ſind mehr als 20 Fuſs hoch mit Dammerde und Leimen bedeckt; ſie ſtreichen in der Richtung von NW nach SO, und endigen gegen SO mit einem aufgeſchwemmten Höhenzuge, deſſen höchſter Punkt, der *Kogelsberg*, über *Steinbeck* ſich beſonders hervorhebt *). Das Land zwiſchen dieſen Hügeln und

*) Dieſer Höhenzug iſt es, in welchem ſich Spuren von *Muſchel-Kalkſtein* gefunden haben, deren Hr. Garlieb in ſeiner Beſchreibung der Inſel Bornholm gedenkt. Die deshalb angeſtellten Verſuche zur Auffindung eines Kalkſtein-Flözes ſind nicht befriedigend ausgefallen, doch hat man in einer Mergel-Grube zwiſchen Stipsdorf und Schieren ſcharfeckige groſse

Digitized by Google

dem Berge von Segeberg ist flach, und verräth keine Spur einer anstehenden ältern Gebirgsart.

Der hervorragende Punkt im Boden des *grofsen Sees*, von welchem Hr. Steffens einen kreide-artigen Mergel heraufzog, wird allgemein für einen Felsen gehalten. Er liegt den erwähnten Hügeln von Stipsdorf ungefähr gegenüber, und ist 4′ bis 6′ hoch mit Wasser bedeckt. Mit ihm endigt in N die Zahl der Punkte, welche uns Aufschlufs über die innere Constitution des Bodens geben können *). Bevor wir indefs zu einer allgemeineren Betrachtung derselben übergehn, wird es nöthig seyn, zu vergleichen, was von den hier beobachteten Verhältnissen sich bei Lüneburg zeigt, und in wie weit diese beiden Gegenden sich einander gegenseitig aufklären können.

Blöcke von einem rauch-grauen dichten Kalkstein getroffen, welche mit Sicherheit auf ein nahes Anstehn derselben Gebirgsart schliefsen lassen. Es ist vielleicht nicht überflüssig zu bemerken, dafs ähnliche Kalkstein-Bruchstücke gleichfalls in einer Mergelgrube bei *Trittau*, 3 Meilen südwärts von Oldesloh, gefunden worden sind. *H.*

*) Die Nachricht von einem *Gyps-Bruche* zu *Breitenburg*, nahe bei *Itzehoe*, welche sich in F. Thaarup's Versuch einer Statistik der Dänischen Monarchie I, 194 findet, erhielt ich leider zu spät, als dafs ich durch eigne Nachforschungen etwas von den näheren Verhältnissen desselben hätte ausmitteln können. Seine Entdeckung soll, den Nachrichten zu Folge, welche die HH. Domeyer und von Seydewitz in den Schleswig-Holsteinschen Provinzial-Berichten (Jahrg. 1789 Heft 2 u. 5) davon gegeben haben, durch einen Erdfall im Jahre 1780 veranlafst worden seyn. Sehr auffallend ist es, in einer spätern naturgeschichtlichen Beschreibung von Schleswig und Holstein

Digitized by Google

2. Der *Gypsberg* (ſogenannte Kalkberg) von *Lüneburg* und ſeine nächſte Umgebung.

Der *Kalkberg von Lüneburg* liegt als ein Vorhügel am Nordrande der Heide *), noch umgeben von flachen Anhöhen, über die er nur wenig hervorragt. Sein Anſteigen iſt daher minder plötzlich als das des Segeberges, und ſeine äuſsere Geſtalt zeichnet ihn minder aus. Er iſt oben wenig ſchmaler als unten, und obſchon ſein Umfang nirgends ſcharf begränzt iſt, doch bedeutend gröſser als der Berg von Segeberg. Seine Höhe über dem Spiegel der Ilmenau beträgt, nach einer einmaligen Barometer-Meſſung, 164,36 par. Fuſs, und von dort aus bis zur Nordſee mögen wohl kaum über 20 Fuſs Fall Statt finden. Sein Geſtein gleicht im Allgemeinen dem von Segeberg, nur iſt es groſskörniger, ſelten dicht, und trägt deutlicher den Charakter der Blätterung des älteren Flöz-Gypſes; in einzelnen Maſſen iſt es durch Eiſengehalt blaſs fleiſchroth gefärbt, und zuweilen getüpfelt voll röthlicher und grauer Fleckchen. Frauenеis ſieht man oft in groſsen Maſſen darin ausgeſchieden, waſſerklar und groſsblättrig; nicht ſelten haben ſich davon auf Klüften bedeutende, von Rotheiſenocher durchdrungene Druſen gebildet, welche ſelbſt deutliche Kryſtalliſationen

durch Kuſs (1817) nichts von einem Steinbruche bei Breitenburg erwähnt zu finden, wenn gleich des Verfaſſers Wohnort kaum 2 Meilen davon entfernt liegt. *H.*

*) Ueber ſie vergleiche man den Anhang; mit der folgenden Beſchreibung aber die petrographiſche Karte der Umgebungen von Lüneburg auf Taf. I. *H.*

Digitized by Google

enthalten. Die feinkörnige Maſſe wird oft ſehr gleichförmig, ſchön weiſs, in ſtarken Stücken durchſcheinend, ein vollkommner *Alabaſter*.

Thonhaltige Schieferſchichten, deren Ablöſungen mit kryſtalliniſchen Strahlen von ſehr dünnblättrigem Gyps bekleidet ſind, fehlen auch hier nicht. Statt des feinen Quarzſandes treten hier in einzelnen Theilen der Gypsmaſſe deutliche *Quarz-Kryſtalle* auf, die eine Länge von 2 bis 3‴ erreichen. Ihre Farbe iſt hell rauchgrau, ſelten dunkler gewölkt; ſie ſind gewöhnlich halb-durchſichtig, und haben nichts Auffallendes in der Kryſtallform; aus der innig ſie umſchlieſſenden Gyps-Bekleidung geht die ſechsſeitige Säule mit dihexaedriſcher Zuſpitzung hervor, ſtets an beiden Enden auskryſtalliſirt. Unabhängig von den Quarzkryſtallen erſcheinen die *Boraciten* in einzelnen Schichten, welche die Mitte des Berges durchſchneiden; die reinſten Abänderungen umgiebt ein feinkörniger blaſsröthlicher Gyps. Ihr Verwittern in dieſer kryſtalliniſchen Umhüllung, iſt ein intereſſanter Beweis von der beſtändigen Fortdauer partieller Zerſetzungen in dem anſcheinend für die chemiſchen Agentien unzugänglichen feſten Geſtein. Dieſe Verwitterung macht die Boraciten trübe ſchmuzig-weiſs und ganz undurchſichtig; ſie verlieren allmälig an Härte, zerfallen zuletzt ganz und laſſen eine leere Höhlung zurück, in welcher etwas Gelb-Eiſenocher die rauhen Wände bekleidet. Dieſe Erſcheinungen, welche die hieſigen Steinbruchs-Arbeiter das Verrotten der Steine nennen, folgen ſich ſchnell, wenn die Boraciten in gebrochenen Gypsſtücken der Luft und der Feuchtigkeit ausgeſetzt liegen. — Bekannt, und zuerſt von

Digitized by Google

L. Gmelin gefunden, ist das Vorkommen einzelner *Steinsalz-Körnchen* im Innern der Boracit-Krystalle; auch der umgebende Gyps ist häufig sehr fein mit Steinsalz durchdrungen, welches mit Bittersalz zu efflorescíren pflegt.

Vom Kalkberge aus scheint sich der Gyps unter dem gröfseften Theile der Stadt zu verbreiten; ein *Erdfall*, der sich vor Jahrhunderten zwischen der Michaelis-Kirche und dem Markt ereignet hat, deutet auf sein Daseyn. Durch jenen Ort führt jetzt eine Strafse, das *Meer* genannt, deren Grund bestimmte Spuren verschütteter Häuser enthalten soll. In einem Salzbrunnen auf dem sogenannten *Sulzhofe* in der Stadt, hat man den Gyps wirklich wiedergefunden; auch hat man bekanntlich mit dem Soolschacht auf der Saline in 52′ Tiefe den Gypsfels erreicht, aus welchem der östliche Zufluss der reichen Salzquellen unmittelbar hervorsprudelt. Nicht minder verräth sich der Gyps in einem kleinen hervorragenden Felsen, welcher in der Tiefe des Stadtgrabens bei der sogenannten *Aschen-Kuhle* zwischen dem Bardowiker- und Neuem-Thore ansteht; sein Gestein ist fein rauchgrau und weifs gestreift, und unmittelbar an ihm entspringt eine starke Salzquelle, die ungenutzt abläuft.

Mehr isolirt, und wenigstens in keiner nahen unmittelbaren Verbindung mit unserm Haupt-Felsen, zeigt sich die gleiche Gebirgsart im *Schildstein*, kaum ¼ Stunde westwärts der Stadt. Der Berg, welcher vormals hier stand, ist nun abgetragen, und anstatt seiner findet man eine Grube von mehr als 50′ Tiefe und über 500 Schritt Umfang ausgehöhlt. Der Gyps ist hier vorwaltend dicht und klein-körnig, verwaschen hell

Digitized by Google

und dunkelgrau gefärbt, und mit ſchwarzen und röthlichen Adern durchzogen. Nicht ſelten findet man in ihm auf ſchwachen Klüften einen ſchön blättrigen *Rotheiſenrahm*, deſſen hoch-kirſchrothe Farbe mit metalliſchem Schimmer faſt an den Anblick von gediegenem Kupfer erinnert. *Anhydrit*, der im Kalkberge fehlt, iſt dieſem Gypſe nicht ſelten beigemengt; er iſt gewöhnlich hellgrau, kryſtalliniſch-blättrig, nicht ſelten auch in kleineren Stücken dicht und hell bläulich-grau, dem bekannten ſchönen Steine von Sulz am Neckar ähnlich. Ganz neuerlich hat man auch im Schildſteine *Boraciten* gefunden, welche ſich durch ihre tetraedriſche Kryſtalliſation, verbunden mit den Flächen des Würfels und des Granat-Dodecaeders auszeichnen. Ihre Farbe iſt meiſtentheils dunkel-graubraun, ihre Durchſcheinenheit iſt gering, und der Gyps in welchem ſie ſich finden kleinkörnig, dunkelrauhgrau und weiſs gefleckt, und reich an blättrigem Anhydrit. Zugleich mit ihnen fand ſich auf der Sohle des Steinbruchs *Steinſalz* in eckigen Trümmerchen, welche wohl kaum über ½ Zoll im Durchmeſſer erlangen, durchſcheinend, von matt honiggelber Farbe. Das Waſſer, welches in mehreren Quellen aus der Tiefe des Schildſteins hervortritt, beſitzt einen anſehnlichen Salzgehalt.

Zwiſchen dem Schildſtein und dem Kalkberge breitet ſich ein weiter, flacher Wieſengrund aus, den ein dunkler fetter Thonboden von unbekannter Mächtigkeit anfüllt; auch in ihm hat man unzweideutige Spuren ſalzhaltiger Quellen bemerkt.

Schichtung kann dieſem ausgedehnten Gypsgebirge ſo wenig als dem von Segeberg abgeſprochen wer-

Digitized by Google

den; ſie iſt deutlich, wenn gleich ebenfalls ſelten nett und von ausgezeichneter Schärfe. Die einzelnen Schichten-Bänke ſind ſtark und die Ablofungen ſehr uneben; auch herrſcht in ihrer Richtung eine auffallende Unregelmäſsigkeit. Von O gegen W durchläuft das Streichen über $\frac{1}{3}$ des Horizontes; mit St. 4 und 70° NW Fall geht es durch die 6te Stunde mit ſenkrechter Stellung, bis in die 12te über; die Neigung bleibt ſteil, und Schwankungen zeigen ſich überall. Beſonders ſcharf und beſtimmt iſt die Schichtung im Schildſtein; das Streichen iſt dort St. 11 bis 12, das Fallen ſenkrecht bis gegen 70° oſtwärts. Eben ſo geſtürzt, bei St. $8\frac{1}{2}$ Streichen, iſt das Fallen bei der kleinen Felsmaſſe im Stadtgraben.

Zerklüftung iſt bei Lüneburg häufiger als bei Segeberg; beſonders zeigt der Kalkberg viele Spuren davon, und häufiges Aufklaffen der Schichten an ihrem obern Ende begleitet eine mannigfache Zertrümmerung. Wenn gleich bei dieſer Zerrüttung keine Spuren ſchlotten-artiger Höhlungen ſichtbar werden, ſo verräth ſich ihr Daſeyn dennoch durch häufige *Erdfälle*, die ſich faſt jährlich, beſonders vor dem Neuen Thore wiederholen. Ungleiche Senkungen des Bodens ſcheinen überhaupt in der ganzen Umgebung bis in die neueſten Zeiten geſchehn zu ſeyn, denn kein einziger der Thürme Lüneburgs hat ſeine ſenkrechte Stellung behalten, und die Mauern alter Gebäude erſcheinen auf mannigfache Art verſchoben und aus ihren Fugen geriſſen.

Von einer unterliegenden Gebirgsart, welche zur Charakteriſtik unſers Gypſes dienen könnte, zeigt ſich keine Spur; deſto verſchiedenartiger ſind dagegen die

Digitized by Google

Vorkommniſſe bedeckender Schichten. Zunächſt als Aufliegendes deutlich wahrzunehmen, in unmittelbarer Berührung mit dem Gypsfelſen im Stadtgraben, erſcheint ein eigenthümlicher *Kalkſtein*. Er iſt hart und ſpröde, blaſs-ochergelb gefärbt, mit einzelnen dunkelrauch-grauen Flecken gezeichnet, und von einer zahlloſen Menge feiner Poren durchlöchert; zugleich enthält er ſelbſt gröſsere Blaſenräume von unregelmäſsig eckiger Geſtalt, deren Wände mit kleinen milchweiſsen Kalkſpath-Druſen bekleidet ſind. In allen ſeinen Eigenſchaften gleicht dieſer Kalk der *Rauchwacke* des Mansfeldiſchen Kupferſchiefer-Gebirges *). Er bildet ein Flöz von unbedeutender Mächtigkeit, und iſt in mäſsige Schichten von höchſtens 1′ Stärke geſpalten, welche an den Wänden des Wallgrabens anſtehn. Ihr Streichen ſcheint St. 10 zu ſeyn; ihr Fallen iſt 66° bis 68° NO-wärts.

Sobald man aus dem Graben hervortritt zeigt ſich in den nächſten Vertiefungen des Bodens, vorzugsweiſe in flachen Feldgräben, ein *fetter Thon* von aus-

*) Der gütigen Mittheilung des Hrn von Buch verdanke ich die Belehrung, daſs dieſe Gebirgsart, wie alle Rauchwacke, zum *Dolomit* gezählt werden muſs, von deſſen ſehr ausgezeichnetem Erſcheinen in dem Gebiete des jüngern Flöz-Gebirges, und namentlich in der Kette des Jura, wir durch dieſen groſsen Naturforſcher, durch Beobachtungen von höchſter Wichtigkeit unterrichtet worden ſind. Die von mir angegebenen kleinen Kalkſpath-Druſen werden ſicher von rhomboedriſchen Kryſtallen gebildet, welche die Form des Rautenſpathes haben, und durch ihre Anweſenheit, ſelbſt bei oberflächlicher Anſchauung, zum Unterſchiede des Dolomites von den Kalkſteinen dienen. *H.*

Digitized by Google

gezeichnet *kirſchrother* Farbe, mit verwaſchen grünlichgrauen Streifen durchzogen, ſehr bröcklig, und beim erſten Anblick den Thon des bunten Sandſteines ins Gedächtniſs rufend. Solcher Thon iſt ſichtbar dem aufgeſchwemmten Lande fremd, man vermiſst in ihm die kleinen Geſchiebe, welche in letzterem ſo häufig ſind, und in dieſen Lagerungs-Verhältniſſen mag er doppelt verdächtig erſcheinen. Er ſetzt in der Richtung gegen NW ununterbrochen fort, und erſcheint noch einmal in etwa 1000 Schritt Entfernung, beſonders deutlich bei den ſogenannten *Leemkuhlen*, wo er zum Ziegelſtreichen gewonnen wird. Schwierig iſt es leider, bei ſo ſtörender Bedeckung ſeine geognoſtiſchen Verhältniſſe mit Sicherheit zu erforſchen, doch unterſtützt eine andre Thatſache nicht wenig die Meinung, zu welcher ſein Anblick führt. In den nordoſtwärts dieſes Thon-Streifens liegenden Häuſern werden nemlich die Brunnen in geringer Tiefe bis auf Steingrund gebracht; einer davon, den ich näher unterſuchte, war 12′ tief, und aus ſeinem Boden wurden etwa zollſtarke Platten eines röthlichen feinkörnigen *Sandſteins* hervorgezogen. Mit dieſen fanden ſich dünnſchiefrige Schichten von bläulich-grauem verhärtetem *Letten*, deſſen Ablöſungen mit feinen weiſsen Glimmerſchüppchen bekleidet waren. Beide ſind täuſchend den gleichen Gebilden des bunten Sandſteins ähnlich *).

*) *Muſchelkalk* wurde vergebens geſucht. Viele Bruchſtücke eines bläulich-grauen dichten Kalkſteins, welche ihm dem äuſſern Anſehn nach gleichen, fand ich in der nördlichen Schutt-

Digitized by Google

Die *Kreide* von Lüneburg iſt bekannt. Sie liegt NO-wärts der beſprochenen Sandſtein-Spuren, und zwiſchen beiden ein ſchmaler und flacher Streif von unerforſchter Bedeckung. Die Kreide ſelbſt bildet einen ſanften Hügel, deſſen Gipfel 102,27′ über dem Spiegel der Ilmenau liegt, und deſſen nördlicher Rücken den beträchtlich höheren *Teltberg* trägt, welcher faſt ganz aus loſem Sande beſteht. Die Farbe der Kreide iſt herrſchend licht-graulich-weiſs, ſelten wird ſie ſchneeweiſs oder blaſs-eiſenroth. Ihre Structur iſt dicht, ſie erſcheint feſt zuſammenhängend, mild und feinerdig im Bruch, ſehr weich und kaum ſchreibend. Die rothen Abänderungen ſind härter und rauher anzufühlen, die rein weiſsen dagegen ſind die mildeſten und weichſten. Die vielbeſprochenen Uebergänge der Kreide in den *Feuerſtein* ſind auch hier ausnehmend häufig, von kaum bemerkbaren Pünctchen bis zur Oberfläche bedeutender Knollen-Stücke. Die Färbung des Feuerſteins iſt hier gewöhnlich hell-rauchbraun, ſein Bruch ſehr eben und flach-muſchlig, die Bruchſtücke durchſcheinend an den Kanten. *Verſteinerungen* kommen hin und wieder durch die Maſſe zerſtreut vor; auſser einigen *Oſtraciten*-ähnlichen Abdrücken, hat man *Gryphites Cymbium* mit wulſtförmiger Erweiterung an einer Seite der Schale, und *Echinocorytes scutatus* (*Klein*) gefunden; letztern traf ich niemals an in Feuerſtein verwandelt, ſondern ſtets mit wohl erhaltener Schaale, und dieſe mit Kreide gefüllt.

halde des Schildſteins; vielleicht mögen ſie einmal auf die Spur ihres Urſprungs führen. *H.*

Digitized by Google

In der Schichtung der Kreide zeigt sich deutlich ihre Auflagerung auf den eben untersuchten Bruchstücken älterer Gebirgsarten. Ihr Streichen ist St. 8, ihr Fallen 46 bis 48° NO-wärts. Beides ist merkwürdig. Einerseits läfst uns der bedeutende Neigungs-Winkel, welcher vom Gyps bis hieher allmälig an Steile abnahm, auf eine bestimmte Verknüpfung der Ursachen schliefsen, welche diese Stellung der Schichten veranlafsten, deren Versetzung aus der ursprünglichen Lage in ihren gegenwärtigen Zustand man selbst bei einer solchen Vorgängen abholden Ansicht zugeben mufs. Auf der andern Seite bemerken wir mit nicht minder gesteigertem Interesse, dafs auch die Streichungs-Linie sich dem allgemeinen Gesetze des Parallel-Streichens vieler norddeutschen Gebirge mit auffallender Bestimmtheit anschliefst; diesem Gesetze, welches durch alle Perioden der Gebirgs-Bildung hindurch geht, und von den Urgebirgen bis zu den Rücken des aufgeschwemmten Landes eine zahllose Menge von Parallel-Ketten hervorruft.

Die einzelnen Schichten der Kreide, welche selten über 2′ stark werden, sind regelmäfsig durch ½ bis 1″ starke Lagen eines weichen und sehr fetten, dunkel-*leberfarbenen*, oft ganz kalkfreien, schiefrigen *Thones* gesondert; eine merkwürdige chemische Ausscheidung, gleichzeitig mit der Bildung des herrschenden Kalk-Niederschlags in bestimmten Perioden wiederholt.

Diesen hervorragenden Kreidefels, dessen Spuren sich noch im Bette der Ilmenau unter der Brücke des Lüner Thores wiederfinden, mit Hrn Steffens für den Rest einer ehemals vorhandenen erhöhten Kreide-Ebene

anzuſehn, ſcheint der Natur ſeines Vorkommens entgegen. Gewiſs iſt es, daſs die weit durch das aufgeſchwemmte Land der norddeutſchen Ebene verbreiteten Feuerſtein-Gerölle mit ihren Verſteinerungen, und die Beſchaffenheit vieler Mergel-Lager in Holſtein und Meklenburg, auf die Zerſtörung groſser Maſſen eines Kreide-Gebirges hindeuten, das zuvor die Oberfläche des nun von deſſen Trümmern bedeckten Landſtriches einnahm. Doch darf man nicht überſehn, daſs bei weitem die mehrſten der dem aufgeſchwemmten Lande angehörenden Trümmer der Kreide fremd ſind, und daſs das Vorkommen dieſer letztern bei Lüneburg unbezweiflich ein Hervorheben aus der Tiefe vorausſetzt, indeſs man in jener Anſicht den ſtehn-gebliebenen Theil eines umfaſſenden Ganzen zu ſehn glaubt, welcher in ſeiner urſprünglichen Lage zurückblieb, während ſeine Umgebungen zerſtört wurden. Die Annahme eines Aufberſtens des Bodens, und daſs erſt dadurch die Kreide-Ebne erhöht wurde, ſehe ich als unvermeidlich an, um die Erſcheinung des Hervortretens der ältern Gypsfelſen erklären zu können. Solche Zerreiſsungen, welche noch vielfach ſtatt gefunden haben mögen wo ſie die tiefe Bedeckung nicht wahrnehmen läſst, wären dann ſicherer die nächſte Veranlaſſung der Zerſtörung des umgebenden Kreide-Gebirges.

Hr. Prof. Steffens iſt geneigt die beiden Gyps-Berge von Lüneburg und von Segeberg für ſtock-förmige Maſſen anzuſprechen, welche durch Waſſer-Gewalt von ihrer Bekleidung entblöſst worden ſind. Dieſe Vorſtellung iſt nicht mehr haltbar, ſobald erwieſen worden, daſs dieſer Gyps kein Glied der Kreide-For-

Digitized by Google

mation ſey; und nicht minder ſteht ihr entgegen, ſowohl das angegebene Schichtungs-Verhältniſs, als das ſehr merkwürdige plötzliche Abſchneiden dieſer Gypsfelſen gegen ihre Umgebungen. Nirgends ſieht man eine Verknüpfung derſelber mit einem gleichzeitigen oder einem unterliegenden Gebirge, nirgends ein allmäliges Verſchwinden angegriffener Felsmaſſen unter dem Boden, und nirgends eine Verbreitung von Geſchieben ihrer zertrümmerten Maſſe; aus groſser Tiefe hervorgeriſſen, ſind ſie weit aus der Sphäre ihrer geſetzmäſsigen Verbindung entfernt. Gleich am Südrande des Segeberges iſt vor den Schichten-Köpfen ein Brunnen 40′ tief gegraben, ohne daſs man eine Spur des Felſens getroffen hätte, während nur wenige 100 Schritt davon der Ort iſt, wo die oben erwähnten Bohrverſuche getrieben wurden. Eben ſo liegt unmittelbar an der Weſtſeite deſſelben ein kleiner See mit ſteilem Oſtrande, deſſen 6 bis 8 Klafter tiefer Grund keine Gypsfelſen enthält. Neben dem Gypsberge von Lüneburg liegt oſtwärts, bei der Ziegelei am Altbrückner-Thore, ein mächtiges *Töpferthon-Lager*, deſſen Thon der Alaun-Erde verwandt und ſehr dunkel ſchwarzbraun gefärbt iſt, einzelne Schwefelkies-Nieren enthält, und worin man nicht ſelten *Hayfiſch-Zähne*, deren ſchon Taube *) gedenkt, und ſeltner *Knochen-Fragmente* von groſsen Säugethieren findet. Bis zu 90′ tief iſt man in dieſes Lager eingedrungen um nach Braunkohle zu ſuchen, deren Daſeyn hier nicht unwahrſcheinlich iſt, doch hat man weder den Thon durchſunken, noch eine

*) Beiträge zur Naturkunde des Herzogthums Lüneburg 1769, S. 171. *H.*

Digitized by Google

Spur des nahen Gypsfelsens getroffen. Eben so schnell verschwindet der Lüneburger Gyps auch gegen S und W, ja selbst die beiden Gypsberge, der Kalkberg und der Schildstein, scheinen bis auf bedeutende Tiefen scharf von einander losgerissen zu seyn.

Solche Verhältnisse der Trennung zeigt kein Gebirge, das auf seiner Oberfläche durch atmosphärische oder neptunische Gewalten zerrüttet wurde. Das plötzliche Auftreten oder Verschwinden eines Gebirgs kann nur durch Verhältnisse herbeigeführt werden, die in diesem Gebirge selbst oder in dessen Beziehungen zu den tiefer liegenden Massen gesucht werden müssen. Es ist aber wahrlich nicht zu übersehn, wie es, um uns in der Beurtheilung dieser Beziehungen zu leiten, als Gesetz aufgestellt werden könne, dass bei den isolirt im jüngeren Gebirge auftretenden Gliedern einer ältern Formation die Schichten-Stellung sich um so mehr der senkrechten nähere, je gröfser erstens der Unterschied des Alters derselben von dem ihrer Umgebungen sey, und je höher sie zweitens über den allgemeinen Horizont der letztern hervorragen. In dem nächst angränzenden Urgebirge des *Kullen*, des *Stenshoufvud* und der Insel *Bornholm*, welches sich plötzlich aus dem Sande des Meeres hervorhebt, erblicken wir deshalb nur Seigerstellung und Ueberstürzung, während die Kreideflötze des südlichen Randes der Heide zwischen Braunschweig und Hannover, bei welchen beide Bedingungen steiler Schichten-Stellung wegfallen, nur söhlig gelagert sind. Der Muschelkalk, welcher bei Hannover zuerst am linken Ufer der Leine hervortritt, hat eine mittlere Neigung von 6° bis 8°, während die nicht weit entfernt auftretenden Berge von buntem Sand-

Digitized by Google

ſtein, der *Bentherberg* bei Northen, und der *Tienberg* bei Wunſtorf, deren erſter zugleich den höchſten Punct ſeiner Umgebungen bildet, mit 70 bis 80° gegen den Horizont einſtürzen. Beiſpiele ſolcher Art finden ſich leicht in jeder Beobachtungs-Reihe. Wenn wir daher am Ende dieſer Unterſuchung auf die aus ihnen abzuleitenden Folgerungen beſonders aufmerkſam gemacht haben, ſo geſchah es nur um die Anſicht zu befeſtigen, daſs die Gypsberge von Lüneburg und von Segeberg auch in der Art ihres Auftretens auf der Oberfläche, mit dem Erſcheinen der ältern Gyps-Formation in dem ſüdlicheren Flötz-Gebirge Nord-Deutſchlands völlige Uebereinſtimmung zeigen.

ANHANG.

Ueber die urſprüngliche Richtung der norddeutſchen *Fluſsthäler* und die Lüneburger *Heide*.

1.

Die eigentlich ſogenannte *Lüneburger Heide* zeichnet ſich vor dem übrigen Theile des nord-deutſchen und ſüd-baltiſchen Flachlandes auf eine ſehr beſtimmte Weiſe durch Form und Character ihrer Oberfläche aus. Sie bildet einen erhöhten Landſtrich, welcher ſich von der weſtlichen Gränze der Altmark bis in die Gegend zwiſchen Bremen und Stade ununterbrochen, in unveränderter Richtung von SO nach NW erſtreckt. Auf beiden Seiten wird ſie durch die tief eingeſchnittenen Parallel-Thäler der Elbe und der Aller begränzt, welche ſich beide erſt nach einer bedeutenden Krümmung dieſer Streichungslinie angeſchloſſen haben. Der höchſte Rücken der Heide ſtreicht

Digitized by Google

eben so gleichförmig näher bei dem nord-östlichen Rande der ganzen Erhebung; die Höhe desselben wechselt in bedeutender Ausdehnung zwischen 300 und 400 par. Fuss über dem Meere, und scheint in der Gegend von *Undeloh*, NO-wärts von *Soltau*, am bedeutendsten zu seyn *). — Der Abfall der Heide ist zu beiden Seiten sanft, doch nicht gleichförmig, südwärts erst in sehr bedeutender Erstreckung merkbar, nordwärts etwa 4 mal so steil. Dieses Verhältniss der entgegengesetzten Abdachungen lässt den Wanderer, welcher von N. kommt, die Heide als einen ausgedehnten blauen Gebirgsstreif am Horizonte wahrnehmen, aus welchem die ihm entgegenkommenden Flüsse mit beträchtlichem Fall und in tief eingeschnittenen Thälern hervortreten, während er, wenn er von Süden kömmt, nichts als endlose Ebene vor sich sieht, deren Flüsse langsam durch einen breiten Rand von Sümpfen und Torfmoore zur Aller abfliefsen.

Diese Form des Landes hat schon früher in demselben einen verborgenen Gebirgszug mit einseitiger Schichten-Neigung ahnen lassen; namentlich betrachtet Herr **Senf**, der erste der sie beschrieben hat **), den hohen Nordrand der Heide als die Stirn eines Muschelkalk-Gebirges, unter welchem

*) Den höchsten Punkt des Rückens auf dem Wege von Lüneburg nach Sülze, habe ich zwischen Bätzendorf und Wulfsode, näher dem ersteren gefunden, und mit dem Barometer auf 306,95 par. Fuss Höhe über dem Spiegel der Ilmenau bei Lüneburg bestimmt. *H.*

**) S. seine Bemerkungen über die Gegend der Salzquellen von Lüneburg, Sülze und Oldesloe, in den Schriften der Jenaer Societ. für die ges. Mineralogie, 1811, Bd. 3 S. 155 bis 200. *H.*

Digitized by Google

der Gyps von Lüneburg an paſſender Stelle hervortrete. Wie ungeheuer mächtig die bedeckende Trümmerſchicht des aufgeſchwemmten Landes überall ſeyn müſſe, beweiſen Taube's und Jordan's Nachweiſungen bis 100′ tiefer Brunnen in dieſem Lande. Die allgemein verbreiteten *Geſchiebe*, die beſonders um Fallingboſtel an der Böhme, bei Piperhöfen, zwiſchen Uelzen und Dannenberg, bei Hohenboſtel u. ſ. w. ſich durch Umfang und Menge auszeichnen, ſind durch Jordan als Abkömmlinge des Nordens bekannter geworden. Die Beobachtung des anſtehenden Geſteines bei Lüneburg beweiſt, daſs der ältere Gyps erſt nach der Bildung des Kreide-Gebirges hervorbrach, um es in der Streichungslinie der Heide zu erheben, und es iſt daher auch wohl nicht unwahrſcheinlich, daſs auch die Erhebung des Heiderückens ſelbſt eine von den rieſenhaften Erſcheinungen geweſen ſey, welche als gleichzeitig mit dem Fortſchleudern entfernter Gebirgs-Bruchſtücke betrachtet werden dürfen.

Die Beſchaffenheit des Bodens der Heide iſt nicht minder eigenthümlich als die Geſtalt ſeiner Oberfläche. Sehn wir gleich in ihm nichts als herrſchende *Sand-*, mit untergeordneten *Thon-* und *Mergel-Lagern*, ſo iſt doch die auffallende Leichtigkeit, mit welcher er die Vegetation begünſtigt, höchſt bemerkenswerth; nirgend trifft das Auge kahle Sandſchellen und Hügel, welche der Wind verſetzt; ſelbſt in der höchſten Trokkenheit bekleidet *Erica Tetralix* *) mit der gemeinen

*) Die geographiſche Verbreitung dieſer Pflanze hat viel Merkwürdiges. Der Landſtrich, in welchem ſie durch ihre Menge den Charakter der Flora mit bildet, hat in Deutſchland ziem-

Digitized by Google

Heide (*Calluna vulgaris*) um den Rang ſtreitend, den Boden; wo Zutritt der Feuchtigkeit eine freiere Entwickelung erlaubt, treten in groſsem Umfange ſchöne Waldungen von Buchen (*Fagus*) und Birken auf; und die herrlichen Eichenwäldchen, welche die einſamen Heide-Dörfer umgeben, zeugen von der Fruchtbarkeit ihrer Grundlage. Einförmige Kiefernwälder, und mit ihnen öde Sandſchellen, beginnen erſt in der Nähe des Aller-Thals und an den ſumpfigen Rändern der Flüſſe des Süd-Abhanges; doch

lich ſcharfe Gränzen. Von der Küſte dringt ſie in das Land ein bis an eine Linie, welche in W beginnt mit dem weit geöffneten, durch die Kette des Teutoburger Waldes und des weſtphäliſchen Schiefergebirges begränzten Buſen, aus welchem die *Lippe* und *Ems* entſpringen, und ſich dann am Nordrande der Gebirge von der Grafſchaft Lingen über Vörde bis etwas nördlich von Minden hinzieht, und von dort in faſt gerader Richtung über Hannover bis nach Braunſchweig geht. Hier wendet ſich dieſe Gränzlinie nach N gegen Gifhorn, und geht etwa über Brohme und in O von Salzwedel vorbei, unterhalb Lenzen über die Elbe in das Meklenburgiſche nach der Küſte zu, welche ſie im ehemaligen Schwediſch-Pommern erreicht. Ob die ſo begränzte Pflanze in *Hinter-Pommern* noch wächſt, iſt nicht mit Sicherheit auszumitteln; ſie fehlt im ſüd-öſtlichen Theil von Meklenburg-Schwerin (Timm) und um Strelitz (Schultz); auch bei *Danzig* wird ſie nicht gefunden (Reyger); in Preuſsen hat man ſie erſt in neuerer Zeit an einer vereinzelten Stelle bei *Königsberg* bemerkt, und in den Floren von *Petersburg* ſucht man ſie vergebens. Eben ſo wenig finde ich ſie angezeigt in der *Neumark* und in den ſandigen Ebenen von *Ober-* und *Nieder-Schleſien*; in der Flora *Berlins* und der *Mittelmark* iſt eine früher von ihr gefundene Spur verloren gegangen. Am rechten Elb-Ufer bei *Lohburg*, *Möckern* und nordwärts *Gommern* finden ſich ausgedehnte

Digitized by Google

findet ſich der Wandrer auch hier nicht ſelten erfreut durch eine Vermiſchung derſelben mit Schwarztannen (*P. Abies* L.), bei deren rauſchenden Gipfeln in der einſamen Landſchaft man ſich auf die Gebirgs-Ebenen des Oberharzes um Clausthal und Elbingerode verſetzt glaubt; denn in den nächſten Gebirgen nimmt dieſer Baum die höhere Waldregion ein, und ſteigt nicht leicht unter 1000 Fuſs Meereshöhe herab. Auch eine Pflanze, von welcher ſich am Harze faſt daſſelbe ſagen läſst, nemlich *Arnica montana* iſt gleichförmig

Heideflächen, in welchen allein *Calluna* den Boden bedeckt, und in den groſsen mit Heide bewachſenen Landſtrichen der *Altmark* fand ich *Erica Tetralix* nur vereinzelt am Nordrande des Drömling, ſo wie weiter weſtlich in den Mooren zwiſchen Braunſchweig und Helmſtädt. In den Mooren der groſsen *Baieriſchen* Ebne ſcheint ſie nicht wieder aufzutreten, doch wird ſie einzeln auf den ſumpfigen Flächen der *hohen Röhn* (Schneider) und bei *Frankfurt* am Main gefunden.

Wie mit der Entfernung vom groſsen Meere bei gleichen Breiten die Rauhheit des Klima zunimmt, davon ſehn wir auch in dieſer Pflanze, welche vorzugsweiſe die gröſseren Abwechſelungen und die Extreme der Temperatur zu meiden ſcheint, ein bemerkenswerthes Beiſpiel. Denn ſie iſt auch jenſeits der Oſtſee einheimiſch in dem ganzen ſüdlichen Theile von *Schweden*, bis an die nördlichen Gränzen von Smoland, Weſtgothland und Bohuslehn; gleichfalls in ganz *Dänemark* mit ſeinen Inſeln; auch verbreitet ſie ſich nach *Norwegen* durch Chriſtianſand-Stift (Oeder), und erreicht auf der Weſtküſte bei Drontheim den 64ſten Breitengrad (*Gunner*). Bis faſt in gleicher Breite wächſt ſie in *Schottland* (*Lightfoot*, *Hooker*). In ihrer Verbreitung gegen SW ſcheint ſie einem breiten Streif an der Küſte des Meeres zu folgen: ſie iſt in ganz *Holland* und *Belgien* einheimiſch, wächſt häufig bei *Paris*, herrſcht in den groſsen Ebenen der *Bretagne* (Poiret) und findet ſich im

Digitized by Google

überall durch die Heide vertheilt, und ziert die Ebne bis Hannover in grofsem Ueberfluſs. Nicht eine verminderte Temperatur des Bodens, nur ſeine innere Beſchaffenheit kann die Urſache ſeyn, daſs ſie hier erſcheint, denn nicht die ganze ſie umgebende Flor folgt ihr auf die Gebirge nach, nur die bekannten *Vaccinium*-Arten und *Arbutus Uva Urſi* ſteigen von hier noch über die Region der *Arnica* hinaus bis zum Gipfel des Brockens.

Departement *des Landes* bis am Fuſse der Pyrenäen. Wie weit ſie von Paris in die Ebene der Champagne vordringen mag, konnte ich nicht erfahren; in der Bourgogne wird ſie nicht gefunden (Durand), in *Lothringen* dagegen trifft man ſie einzeln in waldigen Sümpfen (Willemet). Den warmen Küſten des mittelländiſchen Meeres bleibt ſie fremd, ſie berührt ſie nur bei *Canet* in NO von Perpignan, wo der Einfluſs des nahen Gebirges die Temperatur der Meeres-Ufer erniedrigt (Picot de Lapeyrouſe).

Eine ſehr ähnliche Wendung in dem nördlichen Theile von Europa nimmt die Gränze von *Ilex Aquifolium*. Mehr die Kälte des Winters als die erhöhte Temperatur des Sommers vermeidend, findet ſich dieſer Ilex ungefähr in S von 51° 30′ nördl. Breite überall, wo die Bedingungen des Bodens es zulaſſen. Weiter nördlich dagegen umgiebt er die Küſte mit einem ſtets ſchmäler werdenden Gürtel, und dem Nordrande der letzten Flötzgebirgs-Züge Norddeutſchlands folgend, verläſst er die Aller in der Gegend von *Vorsfelde*, meidet die Altmark und was ihr in O liegt, und verſchwindet gegen NO auf *Rügen*. In den ſüdlichen Provinzen Schwedens erſcheint er indeſs nicht wieder, doch findet er ſich herſchend auf dem feſten Lande von *Dänemark*. Hr. Leop. v. Buch fand ihn auf der Südſpitze *Norwegens* in den kleinen Thälern von *Eids-Heien*, in der Nähe von Mandal, und Gunner erwähnt ſeiner auf den Inſeln von *Sundmör*. *H.*

Digitized by Google

2.

Wo der Rücken der Lüneburger Heide ſich oſtwärts endigt, beginnt für die Geſtaltung des Landes und für den Charakter der Vegetation ein neues Gebiet. Die Gleichförmigkeit in der Form des Bodens hört auf, die höchſten Punkte ſind ohne Rückſicht auf den Lauf der Gewäſſer vertheilet, und fortlaufende der gemeinſamen Streichungslinie des Grundgebirges folgende Rücken treten nur ſelten hervor; ein die *Marken* und einen groſsen Theil der *Lauſitz* und *Nieder-Schleſiens* einehmender Landſtrich, in welchem der Einfluſs der hochbedeckten feſten Erdrinde auf die Form ſeiner Oberfläche faſt ganz erloſchen zu ſeyn ſcheint. Doch dürfen wir dieſen Leitſtern für die Kenntniſs der erſten Grund-Verhältniſſe in der Geſtalt der Länder nicht eher unwiderruflich als verloren betrachten, bevor nicht ein Umſtand erörtert iſt, deſſen mehrere oder mindere Beſtätigung von einer genaueren Kenntniſs des Landes abhängt, als ich ſelbſt zu erlangen im Staude war.

Der *Lauf der drei Hauptflüſſe* des bezeichneten Landſtrichs, der *Elbe*, der *Oder* und der *Spree*, zeigt in bedeutenden Strecken eine Richtung, welche mit der weit durchgreifenden Streichungslinie aller norddeutſchen Flötzgebirge auffallend übereinſtimmt. Ein Blick auf die Charte lehrt, daſs er ſie nur verläſst um rechtwinklig abzuweichen, und daſs er dann oft faſt ohne allen Uebergang wieder in die urſprüngliche Richtung zurückkehret. Hauptpunkte ſolcher Art ſehn wir an der *Oder* bei Leubus, bei Köben, bei Neuſalz, etwas oberhalb Sabor, und bei Fürſtenberg; an der *Spree* am Ein- und Ausgange des Spreewaldes

Digitized by Google

(1½ Meilen unterhalb Cottbus und bei Lübben) und bald unter der Mündung des Mülroſer-Kanals; an der *Elbe*, da wo ſie die Elſter bei Jeſſen aufnimmt, bei Magdeburg, und bei Werben unterhalb Havelberg.

Dieſe Erſcheinung ſtimmt zu auffallend mit dem Gange der Flüſſe, welche zwiſchen Gebirgsketten ſtrömen, überein, als daſs wir nicht geneigt ſeyn ſollten, auch hier in dem doppelten Wechſel der Strombahn *Längen-* und *Queer-Thäler* zu ſehn, deren beſtimmende Bergrücken, welche der herſchenden Richtung folgten, von der Oberfläche verſchwunden ſind. Die groſse Menge zufälliger Umſtände, welche bei der Vollendung der jetzigen Geſtalt dieſer Oberfläche gewirkt haben müſſen, erlaubt es nicht über den urſprünglichen Lauf und den Grund der Unterbrechung der überſchütteten Gebirgslinien, und ihrer zwiſchenliegenden Thäler, mit einiger Sicherheit zu entſcheiden; nur bei wenigen ihrer Wendungs-Punkte, wie bei Leubus und bei Magdeburg, möchten wir die nächſt bedingenden Urſachen nachweiſen können; doch geht aus ihrer gemeinſamen Anſchauung ein allgemeineres Reſultat hervor. Betrachten wir nemlich die Längen-Thäler als die Haupt-Thäler des Landes, als die natürliche Richtung, welche die Geſtalt der Erdoberfläche dem Lauf der Ströme gegeben hat, während die Queer-Thäler ihr Daſeyn erſt ſpäteren gewaltſamen Erſcheinungen, oder früheren gewaltſamen Zerreiſsungen des natürlichen Verbandes der Gebirgsarten verdanken, ſo werden auch dieſe vorzugsweiſe unſere Aufmerkſamkeit bei einer Betrachtung auf ſich ziehn, welche aus dem Lauf der Flüſſe die geognoſtiſchen Grundzüge des Bodens zu erforſchen ſtrebt.

Digitized by Google

Ich beginne mit einer Anſicht des *Oderthals* nach ſeiner eigentlichen Beſchaffenheit. Es iſt klar, daſs die mittlere Richtung deſſelben von Oppeln bis nach Fürſtenberg, ſüdlich von Frankfurt, der Erſtreckung eines groſsen Längen-Thales folgt, welches in der tiefſten Senkung des nördlichen Fuſses der nächſten Gebirge liegt. Die Richtung dieſes Thales ſehn wir SO-lich unverändert fortgeſetzt in dem weiten Becken der *Malapane*, und das Ende deſſelben umſchloſſen durch die Vereinigung der beiden Schenkel des Kalkgebirges von Tarnowitz und Woſchnik in die Hoch-Ebene von Polen, von welcher auſser der Malapane, auch die Przemſa, die Piliza und die Warthe herabſtrömen. Nehmen wir dieſes Becken für das wahre geologiſche Ende des uneigentlich ſo genannten Oderthales, ſo wird der waſſerreiche Bergſtrom, welcher mit den Zuflüſſen von einem groſsen Theile des mähriſch-ſchleſiſchen Gebirges und des nordweſtlichen Abfalles der Karpathen erfüllt, bei Oſtrau das Gebirge durchbricht (die Oder) ein Nebenſtrom, obſchon der anſehnlichſte, und erreicht erſt unterhalb Oppeln das Hauptthal. Gegen NW von Fürſtenberg ändert die Oder für ihren ganzen fernern Lauf ihre Richtung, ohne daſs doch das groſse Längen-Thal, in welchem ſie bis hieher ſtrömte, aufhört. Das Thal der *Schlaube*, mit dem Thalgrund von Mülroſe bis Rasmannsdorf, iſt die unmittelbare Fortſetzung deſſelben, in welcher der *Mülroſer-Kanal* fortgeleitet iſt; die auffallende Biegung der Spree bei der Mündung dieſes Kanals führt in Hinſicht der Spree auf dieſelbe Idee, die wir von der Oder bis Oppeln gefaſst haben. Von hier an bezeichnet das Bette der *Spree* ununterbrochen die

Digitized by Google

Richtung des Haupt-Thales bis zu ihrer Mündung in die Havel bei Spandau; von dort aber ist es leicht die unmittelbare Fortsetzung desselben zu verfolgen durch die weiten Seebetten des *Havelländischen-* und des *Linumer Luchs*, welche sich durch den *Rhin* kurz oberhalb *Havelberg* in die Havel ergiefsen. Das Thal der Havel selbst ist nur eine zufällige Verbindung von Seen, die sich gegenseitig ins Gleichgewicht setzen, die Verkettung einer Reihe von Vertiefungen des Bodens, welche keinem bestimmten Gesetze folgend, wahrscheinlich allein durch locale Vorgänge auf der äufsersten Oberfläche des leicht beweglichen aufgeschwemmten Landes zu erklären sind. Unterhalb Havelberg nimmt das Bett der *Elbe* unser Haupt-Längen-Thal ein, das nun bis auf unbedeutende Krümmungen ununterbrochen in gleicher Richtung fortgeht, und endlich bei *Hitzacker* den steil-abfallenden Nordrand des Heide-Rückens erreicht, an welchem es in schnurgerader Richtung abschneidend, bis kurz vor *Blekede* fortläuft. Von dort aus erweitert es sich allmälig zu dem in gleichbleibender Streichungslinie fortsetzenden *Meerbusen von Hamburg*, in welchem Ebbe und Fluth bis *Gestacht*, 3 Meilen unterhalb Lauenburg, vordringen. Und so leitet uns denn die Ansicht von der Grundgestalt des Landes dazu, die natürliche Mündung des *Oderthales* nach *Cuxhaven* zu versetzen.

Ob, seitdem die norddeutsche Niederung vom Meere befreit ist, die Oder je diesen Lauf wirklich gehabt habe, möchte schwer zu entscheiden seyn. Das Spreethal von Fürstenwalde bis Spandau ist keineswegs so grofs und weit, dafs wir es für das ursprüngliche Bett eines gröfseren Stromes, als dessen der jetzt

Digitized by Google

in ihm fliefst, anſprechen könnten. So weit indeſs meine vorläufige Kenntniſs des *jetzigen Oderthals* von oberhalb *Frankfurt* bis nach *Küſtrin* reicht, iſt die Anſicht deſſelben dem Gedanken eines Durchbruches zuvor verbundener anſehnlicher Hügel-Reihen nicht ungünſtig. Erſt kurz oberhalb Küſtrin erweitert es ſich, vor dem Eintritt der *Warthe* (welchem Fluſſe die urſprüngliche Bildung dieſes Thales bis zur Oſt-See zukommen würde), zu der weit ausgedehnten Wieſenfläche des *Oder-* und *Wartha-Bruchs*. Die Mündung des Mülroſer-Kanals in die Spree ſteht jetzt 73 Fuſs höher als der Spiegel der Oder bei Brieſekow; dieſer anſehnliche Unterſchied lieſse ſich indeſs wohl ohne Schwierigkeit, durch ein allmäliges Tieferlegen des ganzen Bettes der Oder nach erfolgtem Durchbruch erklären, welcher in dem beweglichen Grunde des reiſsenden Stromes nothwendig ſtatt finden muſste. Ja vielleicht ſind die Inſeln Wollin und Uſedom das Werk einer auf ſolche Weiſe entſtandenen Anſchwemmung. Denken wir uns nun den Spiegel der Oder um etwa 80 Fuſs über ſeinem gegenwärtigen Stand erhöht, ohne ihr deshalb eine vermehrte Waſſermaſſe zu geben, nehmen wir ferner das weite Thal bei Frankfurt als geſchloſſen, und den Rücken der Heide bei Hitzacker und Blekede mit den Höhen bei Lübtheen und Boitzenburg als unmittelbar verbunden an; ſo werden alle Gewäſſer des ſchleſiſchen, ſo wie des Lauſitzer Gebirges, ſich in einen groſsen *Binnenſee* ergoſſen haben, deſſen ſüdliches Ufer ſich ohngefähr mag in der Linie erſtreckt haben, von Lenbus nach dem Bober unterhalb Bunzlau, von dort nach Muskau,

Spremberg, Baruth, Luckenwalde, Treuenbritzen, Belzig, Ziesar, bis an die Elbe bei Parey; indefs der nördliche Rand deffelben an dem fehr gleichförmigen füdlichen Abfalle des Meklenburgifchen Landrückens fortgegangen feyn mag, deffen wir weiter unten erwähnen werden. Die vormalige Exiftenz eines fo ausgedehnten Süfswaffer-Beckens nachzuweifen, bleibt einer genaueren Forfchung des ihm zugefchriebenen Flächenraumes aufbehalten; die grofse Menge flacher Landfeen und mit Torf gefüllter Sümpfe, welche denfelben vor feinen Umgebungen auszeichnen, und die auffallend niedrige Lage diefes Landftriche, mögen hier, im Verein mit den früher angeftellten Betrachtungen, diefe Vorausfetzung rechtfertigen. Lag der niedrigfte Theil des Bodens diefer Waffermaffe in der Richtung der Längen-Thäler des tief verfchütteten Flötzgebirges, fo wird es leicht erklärbar, dafs auch die Gewäffer nach dem Durchbruche bei Frankfurt und bei Blekede in derfelben ihren Abzug genommen haben.

Bei Betrachtung der vorhergehenden Verhältniffe haben wir es gefliffentlich vermieden, auf den *urfprünglichen Lauf des Elbthales* zurückzukommen, welches fich durch die Richtung, die es von Magdeburg bis Havelberg nimmt, mit dem grofsen Längen-Thale der Oder verbindet. Wir fehn diefes Thal von feinem Austritt aus *Böhmen* die Gebirgsfchichten fenkrecht auf ihrer Streichungs-Linie durchfchneiden, und erft, nachdem es bei Torgau den letzten Porphyr-Felfen verlaffen hat, unterhalb *Jeffen* in die Richtung eines grofsen Längen-Thales münden, in welchem die *Elfter* aus der Gegend von Hoyerswerda herabkommt. Bei *Mag-*

Digitized by Google

deburg endlich ſchneidet es nochmals an dem ſteil in die Tiefe ſetzenden Rande des Uebergangs-Gebirges und des Rothliegenden ab, und nimmt mit einer plötzlichen Wendung den Charakter eines Queer-Thales an; doch ſchon bei *Wollmirſtädt* beginnt die Fortſetzung des hier unterbrochenen Längen-Thales, durch welche ſich die *Ohre* mit ſehr unbedeutendem Fall in die Elbe ergieſst. Dieſer Einſchnitt führt uns in das weite faſt horizontale Seebecken des *Drömling* und des *Barenbruches*. Die *Aller*, nachdem ſie die Gebirge verlaſſen, mündet hier bei *Oebisfelde* in ein Fluſsthal, das mit der geringen Waſſer-Menge, welche ſie führt, in keinem Verhältniſs ſteht, weder hier noch weiterhin, wo es von ihr den Namen trägt. Kein erhöhter Uferrand ſcheidet von dem Spiegel der Aller weder die groſsen Ebenen, welche ſich mit auffallender Gleichförmigkeit, nur durch wenig einzelnſtehende Anhöhen unterbrochen, von dem heutigen Lauf dieſes Stroms bis an den Rand der ſüdwärts ſchnell anſteigenden Gebirge ausdehnen, noch den breiten Gurt von Sandflächen und Torfmooren, welcher den ſüdlichen Abfall der Lüneburger Heide gegen das Ende zu begleitet. Die groſse Verbreitung von *Kreide* und *Mergel*, welche die ſüdlichen und ſüd-weſtlichen Umgebungen von Peina bedeckt, und die Maſſe von *bituminöſem Schieferthon*, welche die Weſer von Minden bis Petershagen begleitet, zeigen durch ihre geebnete Oberfläche die unleugbarſten Spuren der Wirkung eines lange über ihnen verweilenden Gewäſſers, und die groſsen Ablagerungen von *Fluſsgrand* in Süden von Hannover bei Pattenſen und Sarſtedt, begünſtigen dieſelbe Vorausſetzung. Die ſo gebildete Ebene ſehn wir

in Weſten von Minden, hart am Rande der Gebirgskette, welche die Weſer bei Hausbergen durchbrochen hat, bis an das Thal der *Haaſe* fortſetzen; von da aus wird ſie durch einen ſehr ſcharf hervortretenden Thalrand begrenzt, der von Verden nach Vechte, und dann minder beſtimmt mit einem Bogen über Barnſtorf nach Baſſum in der Gegend zwiſchen Thedinghauſen und Verden an die Weſer tritt. In der Gegend von *Verden* erſtreckt ſich ein breiter Hügelrand aus der Heide bis an das Aller-Thal, und hier verengt ſich von Neuem das *groſse Becken*, welches wir bisher den Gewäſſern der Elbe, der Aller, der Weſer und ihrer Nebenflüſſe überlaſſen ſahen. Läſst die Beſchaffenheit des Thales der Elbe unterhalb Magdeburg zwiſchen Rogäz und Tangermünde die Vorſtellung eines ſpäter erfolgten *Durchbruches* zu, welcher ſie veranlaſst das vorgezeichnete Längen-Thal zu verlaſſen, ſo wird ſich auch hier die Möglichkeit einer Erhöhung ihres Waſſerſpiegels vorausſetzen laſſen, durch welchen ſie früher mit dem Drömling und ſeiner Fortſetzung in Verbindung geſtanden haben mag. Die *Weſer* verändert, wo ſie das Aller-Thal erreicht, die bedeutungsvolle Richtung deſſelben nicht; erſt unterhalb *Bremen* endigt es ſich, wo es mit den Anſchwemmungen des Meeres in Verbindung tritt. Daſs in der Gegend von Verden dieſen ein zweiter Durchbruch Weg gemacht habe, iſt nicht wahrſcheinlich, denn es ſcheint hier der urſprüngliche Durchzug des Bettes eines groſsen Stromes zu ſeyn, der ſich von der Elbe her hier ergoſſen hat, und auch die Thäler der *Haaſe* und *Hunte* ſind Entwäſſerungs-Kanäle des groſsen Landſees geweſen, deſſen Boden auch jetzt noch, nachdem die allmälige Aus-

Digitized by Google

tiefung der Flufsbetten die Höhe des Waſſerſtandes geändert hat, dem Einfluſſe ſtehender Gewäſſer faſt überall bloſs gegeben liegt.

Wenn gleich die Umgebungen dieſer beiden Haupt-Thaleinſchnitte Nord-Deutſchlands, nirgends mehr die Regelmäſsigkeit in der Form und die beſtimmte Beziehung zu den unterliegenden Gebirgsarten ſo klar und beſtimmt zeigen, als im Rücken der Lüneburger Heide, ſo finden ſich doch, beſonders in dem Lande das zwiſchen den beiden Thälern liegt, mehrfache Verhältniſſe, welche den erwähnten verglichen werden können.

1. In dem nördlichen Theile der *Altmark*, der nirgends von einem fortlaufenden Landrücken durchſchnitten wird *), liegen, etwas abwärts von dem Thal der Elbe, bedeutungsreich für die Nähe des *älteren Gypſes*, die *Salzquellen* von *Salzwedel* und von *Oſterburg;* und faſt in der Verbindungslinie zwiſchen Oſterburg und Lüneburg ſehn wir den *Arendſee*, einen bedeutenden Erdfall von 1½ Meilen Umfang und bis 200 Fuſs Tiefe, deſſen Einſturz im Jahre 822, und Nachſenkung im Jahre 1685, dort ein mächtiges Flötzgebirge vorausſetzen. Die *Salzquelle* von *Selbelang*, in Weſten von Nauen, liegt ſelbſt im Grunde

*) Für den höchſten Punkt in der Altmark gilt allgemein der ziemlich iſolirt ſtehende *Dolchauer Berg* in SO von Salzwedel. Zunächſt nach demſelben zeichnen ſich beſonders die ſogenannten *Hellberge*, bei *Zichtau*, im Gardeleger-Kreiſe aus. Barometermeſſungen, im Sommer 1822 angeſtellt, gaben mir ihre gröſseſte Höhe 432,51 par. Fuſs über dem Spiegel der Milde an der Brücke bei Calbe. Den nächſt erhabenſten Punkt, den ſogenannten *Stakenberg*, fand ich 379,32 Fuſs über demſelben Niveau.

Digitized by Google

des grofsen Thales, und die Salzquelle von *Salzborn*, zwifchen Beeliz und Treuenbriezen, tritt ein wenig an den nördlichen Abfall des Thalrandes hinauf. Am weiteften gegen SO endlich erhebt fich noch einmal der ältere Flötz-Gyps bei *Sperenberg* *), füdweftlich von Zoffen, und über ihm in S ragt ein fteiler Kamm des aufgefchwemmten Landes in dem *Golmberg*, bei *Luckenwalde*, hervor. Diefer Kamm bildet den Theil eines beträchtlichen Landrückens, welcher fich als eine fchnell aufftei gende Terraffe in S von Baruth und Treuenbriezen, bis über Belzig hinaus erftreckt, und unter dem Namen des *Fläming* zwifchen Treuenbriezen und Wittenberg, mit anfehnlicher Breite und ausgezeichneter Streichungs-Linie von SO nach NW

*) Diefe merkwürdige Vorragung des älteren Gebirges befindet fich am nördlichen Ufer des *Sperenberger Sees*. Sie bildet dort einen fteil aufftei genden Rand, in welchem auf einer Strecke von etwa 1500 Schritt die *Gypsfelfen* 20, 30 bis 70 Fufs hoch hervortreten. Die Gränzen des ganzen Gypsfeldes fetzen, wie neuere Bohrverfuche erwiefen haben, nach allen vier Seiten plötzlich abbrechend in die Tiefe; felbft im Hangenden ift ein folches faft fenkrechtes Abfchneiden mit Sicherheit ausgemittelt worden. Das Geftein diefer Maffen ift gelblich und rauchgrau gefärbt, von kryftallinifch-grofsblättrigem Gefüge, und hin und wieder durchfetzen daffelbe wachsgelbe und hellweifse Trümmer von *Fraueneis*. Deutliche Schichtung trennt den Felfen in 10 bis 12 Fufs ftarke Flötzlagen, welche St. 8, 7 ftreichen und unter 12° NO fallen. Durch eine grofse Zahl von faft fenkrechten Spalten, welche zum Theil 3 bis 4 Fufs weit aufklaffen, berften die Schichten nach allen Richtungen in eine Menge fehr oft verworren durcheinander geftürzter koloffaler Blöcke, zwifchen welchen fich der Sand und Lehm der Bedeckung mit zum Theil fehr anfehnlichen Granit- und Quarz-Gefchieben hineingedrängt haben. Die ausgezeichnete Verbreitung und Gröfse diefer fremdartigen Ausfüllungen, hat lange Zeit zu der irrigen Vorausfetzung geleitet, dafs diefes Gypsgebirge auf Sand gelagert fey; Bohrverfuche, welche im

Digitized by Google

auftritt. Der *Hagelsberg* bei Belzig, einer von den höchſten Punkten deſſelben, von welchem man die Thürme von Potsdam und den Petersberg bei Halle ſehn kann, hat eine Höhe von 723,26 par. Fuſs über dem Meer *).

2. Der ziemlich gleichförmig und flach gewölbte *Meklenburgiſche Landrücken* begleitet in der allgemeinen Streichungslinie den Nordrand des groſsen nördlichen Längen-Thals, und er erreicht in Meklenburg ſelbſt, vom Thale der Stecknitz aufſteigend, eine mittlere Höhe von 220 bis 230 par. Fuſs. Vom Thale der *Finow* durchſchnitten berührt der höchſte Theil ſeiner Oberfläche die Oder in der Gegend von Oderberg. Die groſse Wieſenfläche des *Oderbruchs* nimmt die Stelle ſeines zerſtörten nördlichen Abfalles ein, und der Strom hat ſich faſt in der

Jahre 1818 unter der Sohle des Steinbruchs 28 Fuſs tief im feſten Geſtein fortgeführt wurden, verbunden mit der Betrachtung, daſs derſelbe Gyps noch auf dem Grunde des Sperenberger Sees, etwa 20 Fuſs tief, angetroffen ward, beweiſen das Gegentheil. Bemerken wir gleich hier keine aufliegende Flötzgebirgsart, welche über die Lagerungs-Verhältniſſe dieſes Gypſes entſcheidet, ſo wird doch ſein ringsum ſcharf begränztes Hervortreten aus der Decke des aufgeſchwemmten Landes, in Verbindung mit der innern gewaltſamen Zertrümmerung ſeiner Maſſe, die Stellung rechtfertigen, welche ich demſelben hier beigelegt habe. Die oryktognoſtiſche Beſchaffenheit deſſelben widerſpricht dieſer Vorausſetzung durchaus nicht, ja vielleicht iſt es einem künftigen Forſcher aufbehalten, hier noch Anhydrit und Boracite zu entdecken.

*) Die Beſtimmung dieſer Höhe beruht auf der Berechnung von 60 Barometer-Beobachtungen, welche ich der gütigen Mittheilung des Herrn Major von Oesfeld verdanke; ſie korreſpondiren in Rückſicht der Zeit genau mit den Beobachtungen des Herrn Dr. Winkler in Halle, und geben dem *Hagelsberge* über dem Obſervatorium des Letztern (338,77 par. Fuſs über dem Meere) eine Höhe von 384,48 par. Fuſs.

Digitized by Google

Richtung des Streichens deſſelben in ihn eingegraben, ſo daſs ſein ſteil abgeriſſener Südrand ein ausgezeichnet hügliges Ufer zwiſchen *Freienwalde* und *Oderberg* bildet. Es erklärt ſich aus dieſem Verhältniſs die ſonderbare Erſcheinung, daſs der Boden auf dem Wege von Berlin zur Oder hin fortwährend anſteigt, bis man ihn unmittelbar am Rande des Fluſſes plötzlich um die ganze gewonnene Höhe, und vielleicht noch unter das Niveau der Spree, von welchem man ausging, wieder herabfallen ſieht *). Der unzerſtörte nördliche Abfall dieſes Rückens begränzt das weite Längen-Thal, in welchem die *Peene* und die *Trebel* flieſsen; der untere Theil deſſelben bildet eine ſcharf gezeichnete Terraſſe auf den Gränzen von Pommern und der Uckermark, welche von *Paſewalk* NW-lich, zwiſchen Neu-Brandenburg und Friedland, nach Meklenburg fortſetzt.

3. Noch einen *dritten* untergeordneten Parallelzug endlich ſehn wir in Norden des *Peene-Thales*, aus deſſen ſteil abfallenden nördlichen Ufern das Meer die Flötzſchichten entblöſst hat, welche in den *Kreidefelſen* von *Stubbenkammer* und *Arcona*, den Kern des Landes bildend, bis über 200 Fuſs hervorragen.

*) Die höchſten Punkte des Oder-Ufers bei *Freyenwalde* liegen daher nicht in einzeln Gipfeln, welche zunächſt den Thalrand umgeben, ſondern weiter rückwärts am Rande der Ebene. Barometer-Meſſungen, welche ich gemeinſchaftlich mit meinem Freunde Hrn Poggendorf in jener Gegend angeſtellt habe, ergeben die Höhe dieſes Randes zu 300 bis 350 par. Fuſs über dem Spiegel der Oder bei Freyenwalde. Einer der höchſten Punkte deſſelben zwiſchen *Falkenberg* und dem *Alaunwerke* maſs 358,2 F. über dem Bach der Falkenberger Papiermühle, wo er in die Ebne des Oderthales tritt. Rechnet man die Höhe dieſes Niveaus nach einem ſehr mäſsigen Anſchlage zu 50 F. über der Oſt-See, wobei die Oder einen mittleren Fall von 2,5 Fuſs auf die Meile haben würde, und ſetzt die Meeres-Höhe Berlins vorläufig auf 82 par. Fuſs, ſo findet ſich, daſs die Ebene von hier bis zum Oderthal mindeſtens um 300 Fuſs anſteigt.

Digitized by Google

III.

Ueber das beſte Zündpulver durch Schlag;

von

E. G. Wright in Hereford.

Beim Gebrauch derjenigen Art von Jagdflinten, in welchen das Pulver durch einen Schlag entzündet wird, haben die Freunde der Jagd mit Recht ſich darüber beſchwert, daſs das aus chlorinſaurem Kali (Knallſalz) gemachte Zündpulver, deſſen man ſich bisher zu dieſen Flinten bediente, ein ſchnelles Oxydiren des Laufs und des Zündlochs veranlaſſe, und daſs es nach dem Abfeuern Schmutz durch die zurückbleibende Kohle hervorbringe. Ich kenne dieſe Nachtheile aus eigner Erfahrung, ſann darauf ihnen abzuhelfen, und bin darin über Erwartung geglückt. Schon vor einigen Jahren hatte ich verſucht Schieſspulver durch Schlag mittelſt Knall-Queckſilber zu entzünden, und bin durch die belehrenden Vorleſungen, welche Herr Murray hier im November 1822 gehalten hat, auf dieſe Verſuche wieder zurück geführt worden. Ich machte mir dieſes Präparat, verſuchte es mit den kupfernen Zündhütchen (*caps*) *), und da

*) Eine 2½‴ lange und 2‴ weite cylindriſche Hülſe aus Kupferblech, an deren Boden das Zündkraut feſt ſitzt, das ſo noch beſſer geſichert iſt, als in einem mit Wachs gemachtem, lokker in der Pfanne liegendem Kügelchen. Das Zündloch dieſer Jagdflinten bildet ein der Länge nach in ſeiner Axe durchbohrtes lothrecht ſtehendes Stahlſtäbchen; auf dieſes wird das Zündhütchen mit dem offnen Ende nach unten geſetzt. Beim Schlag der durch die Feder getriebenen ausgehöhlten Pfanne auf das Hütchen, geht der Schuſs zuverläſſig los, und was nicht zum Zündloch herein dringt, zerreiſst das Hütchen ſeitwärts und nimmt dort ſeinen Ausweg. *Gilb.*

Digitized by Google

ich es in jeder Hinsicht dem aus Knallsalz bereiteten vorzuziehn fand, so bediente ich mich desselben den ganzen Winter über zur Jagd.

Die Vorzüge dieses neuen Zündpulvers sind folgende: Es macht nicht so schnell rosten als das aus Knallsalz bereitete; erzeugt weder Staub noch Feuchtigkeit; scheint mir, nach vielen schweren Proben, denen ich es unterworfen habe, zu urtheilen, nicht so leicht als das bisherige zu explodiren; und wirkt, wenn es explodirt, minder zerstörend, da die Kraft desselben sich nicht so weit in die Ferne als die des Pulvers aus Knallsalz erstreckt. Wer daran zweifelt dass Knall-Queckfilber Schiefspulver entzünden könne, mache nur den Versuch mit einer Flinte die durch Schlag feuert; wird beim Laden der Pfropf so hineingetrieben, dass er das Pulver bis zur Berührung mit dem knallenden Präparate bringt, so geht der Schuss beim Losdrücken jedesmal los.

Ich nehme zur Bereitung des Knall-Queckfilbers jedesmal 2 Drachmen Queckfilber, giefse auf sie 6 Drachmen-Maafse reine Salpetersäure, und erhalte die Säure in einem dazu schicklichen Glase über einer Weingeistlampe so lange im Kochen, bis sie alles Queckfilber aufgelöst hat. Wenn sie dann wieder fast ganz abgekühlt ist, giefse ich sie auf ein Unzenmaafs Alkohol. Manchmal erfolgt unmittelbar ein Aufbrausen, unter Entweichung von Salpeteräther; gewöhnlich aber musste ich eine Weingeistlampe zu Hülfe nehmen, und die Säure so lange über ihr erhitzen, bis ein weifser Dampf aufstieg, worauf das Aufbrausen erfolgte. Ich lasse nach Fortnehmen der Lampe dieses Brausen so lange ungestört dauern, bis der fort-

Digitized by Google

gehende Dunſt röthlich wird; dann aber gieſse ich Waſſer zu, welches das Pulver niederſchlägt. Nachdem alles Pulver ſich abgeſetzt hat, gieſse ich die Flüſſigkeit ab und aufs neue Waſſer darauf, und ſo mehrmals, bis es von aller Säure möglichſt befreit iſt. Dann ſtürze ich alles in ein Filtrum, laſſe das Pulver auf dem Papier in einer luftigen Stube trocknen, und hebe es auf in einer mit einem Korke (nicht mit einem Glasſtöpſel) verſchloſsnen Flaſche *). Manchmal iſt das Pulver ganz weiſs, manchmal lichtbraun, das iſt aber ohne Einfluſs.

Um die aus dünnen Kupferblech beſtehenden Hütchen damit zu füllen, bediene ich mich einer elfenbeinernen Nadel, die am einen Ende mit einer kleinen Schaufel, um Knall-Queckſilber aufzunehmen, verſehn, und am andern Ende flach abgeſchnitten iſt, bringe damit nur ſehr wenig dieſes Zündkrauts in das Hütchen, ſo daſs es nur eben hinreicht den Boden zu bedecken, tauche das flache Ende der Nadel in eine ſtarke Benzoe-Tinktur, und drücke daſſelbe an das Pulver in dem Hütchen an unter ſanftem Umdrehen, wodurch das Pulver wie durch einen Firniſs in dem Hütchen angeklebt und gegen das Herausfallen geſichert wird. Bei einiger Uebung laſſen ſich auf dieſe Art eine groſse Menge Hütchen in kurzer Zeit bereiten; mehrere meiner Jagdfreunde haben ſolche von mir zubereitete Hülſen mit Knall-Queckſilber, die ich ihnen gab, auf der Jagd verſucht, und alle waren darin einſtimmig, daſs dieſes Zündkraut dem gewöhnlichen aus chlorinſaurem Kali bereiteten vorzuziehn ſey **).

*) Die Bereitung muſs unter einem Kamin, oder in einer ganz leeren Stube, oder im Freien geſchehn, damit man nichts von der ſalpetrigen Säure leide. Daſs das Aufbewahren und Aufſchütten groſse Vorſicht erheiſche, iſt bekannt. *W.*

**) Das Knall-Queckſilber läſst ſich auch mit der Benzoe-Tinktur zu einem Teige machen, und dann körnen, zum Behuf der Magazin-Schlöſſer von Forſyth und anderer Künſtler, muſs aber nie mit irgend einem andern Körper vermengt werden. *W.*

Digitized by Google

IV.

Farben-Erſcheinungen, welche Eis mittelſt polariſirten Lichtes hervorbringt;

beobachtet vom

Profeſſor W. A. Förstemann zu Danzig.

Am letzten Tage des vorigen Jahres bemerkte ich zufällig in Waſſer, welches ſich durch Abthauen gefrorner Fenſter auf einer Fenſterbank geſammlet hatte, ein angenehmes Farbenſpiel, und ſahe bald ein, daſs daſſelbe durch das noch am Fenſter befindliche Eis veranlaſst wurde. Die ausgezeichnete Strenge des Winters gab mir noch oft die Gelegenheit, die Erſcheinung zu beobachten und zu unterſuchen. Ich erklärte mir dieſelbe bald ſo, daſs das Tageslicht wenigſtens groſsentheils durch Brechung in der Fenſterſcheibe polariſirt werde, das Eis durchdringe, und dann von dem Waſſer unter einem dem Polariſations-Winkel deſſelben nahen Winkel zurückgeworfen werde, wobei das Eis auf gleiche Weiſe wirke, wie ein Blättchen Glimmer u. dergl. Da ich nirgends von einer ſolchen Wirkung des Eiſes gehört oder geleſen hatte, ſo glaubte ich, ſie ſey vielleicht noch nicht beobachtet worden. Mein Bruder, der ſich in Bonn den Naturwiſſenſchaften widmet, belehrte mich jedoch, daſs ſchon J. W. Pfaff daſſelbe beobachtet und mit folgen-

Digitized by Google

den Worten beſchrieben habe *). „Unter die Kry-
„ſtalle, welche die Farbenbilder erzeugen, gehört auch
„das Eis. Wenigſtens ſah ich auf eine ausgezeich-
„nete Weiſe, als das vom heitern Himmel abſtrah-
„lende Licht durch die mit den blumigen Eiskryſtal-
„len belegte Fenſterſcheiben fiel, farbiges Spiel, wenn
„ein zweiter Spiegel zum Ab- oder Durchſpiegeln des
„Bildes angewandt wurde. Die Farbengegenſätze tra-
„ten wieder ein, mit der verſchiedenen Stellung des
„zweiten Spiegels nach den Weltgegenden und der
„Kryſtallfiguration an ſich.“ Ich halte es dennoch
nicht für überflüſſig, die Ergebniſſe meiner Beobach-
tungen mittelſt dieſer mit Recht geſchätzten, vielge-
leſenen Annalen mitzutheilen, um Phyſiker auf die
in der That ſehr nette Erſcheinung aufmerkſamer zu
machen, als ſie es bisher geweſen zu ſeyn ſcheinen.

Folgendes iſt das Weſentliche, was ſich mir ergab:

1) Sehr bequem diente mir zu den Verſuchen,
ſtatt des auf der Fenſterbank angeſammelten Waſſers,
ein Waſſerſpiegel, durch Benetzung einer Schiefer-
tafel hervorgebracht, die ich in verſchiedenen Lagen
an jede beliebige Fenſterſcheibe halten konnte. Die
Schwärze der Tafel vertrat die Stelle der ſchwarzen
Belegung eines Glasſpiegels.

2) Helles Tageslicht eines heitren Himmels wird
vorausgeſetzt. Bei wenigen Wolken ſind die Farben

*) In ſeinem Schriftchen „Das Licht und die Weltgegenden, ſammt einer Abhandlung über Planeten-Conjunctionen und den Stern der drei Weiſen. Bamberg 1821.“ Seite 24. *F.*

Digitized by Google

ſchon ſehr ſchwach, bei bedecktem Himmel bemerkte ich die Farben gar nicht.

3) Es muſs ſchon eine dünne äuſsere Schicht des Eiſes abgethaut, und dadurch daſſelbe durchſichtig geworden ſeyn.

4) Nur ſolche Stellen des Eiſes bringen die Erſcheinung hervor, welche vor dem Abthauen eine federbuſchartige (blumenartige) Bildung zeigen, und durch eigene Kryſtalliſation aus langen ziemlich parallel aneinander gelegten Eisnadeln zu beſtehen ſcheinen. Nach angefangenem Abthauen unterſcheiden ſich dieſe Stellen durch ihre Durchſichtigkeit von den unwirkſamen, welche nur ſchwach durchſcheinend ſind.

5) Ich hielt den auf der Schiefertafel gebildeten Waſſerſpiegel ſo an eine Fenſterſcheibe, daſs Scheibe und Spiegel ſich in einer horizontalen Linie berührten, bewegte dann den Spiegel ſo, daſs er verſchiedene Neigungswinkel mit dem Fenſter machte, und ſahe auch unter verſchiedenen Neigungen in den Spiegel. Hier erſchienen die Farben am lebhafteſten, wenn der nach oben gebildete Neigungswinkel des Spiegels mit dem Fenſter zwiſchen 90° und 110° war, und der Neigungswinkel der aus dem Spiegel zum Auge gehenden Strahlen mit dem Spiegel zwiſchen 30° und 50° betrug. Dieſe Schätzungen ſtimmen mit den bekannten Geſetzen der Polariſation. Der Polariſations-Winkel des Glaſes iſt = 35° 25′, der des Waſſers = 37° 15′. Hiernach müſste der letzte auf 30° bis 50° geſchätzte Winkel = 37° 15′ geweſen ſeyn, und der erſte Winkel (als dritter eines Dreiecks, in dem ein Winkel = 37° 15′, der zweite = 35° 25′ war)

Digitized by Google

zwiſchen 90° u. 110° liegende, 107° 20′ betragen haben. Hier iſt aber nicht zu vergeſſen, daſs dieſer letzte die ſtärkſte Wirkung gebende Winkel, wohl ſelten genau dieſe Gröſse zu haben brauchte, da die Wirkung auch von der Ausdehnung und Helligkeit derjenigen Stelle des Himmels abhängt, von welcher gerade die wirkſamen Strahlen kommen.

6) Gränzte eine wirkſame Stelle des Eiſes an eine durch Abthauen ſchon völlig vom Eiſe befreite Stelle des Fenſters, ſo zeigte das Eis hier einen farbenloſen Saum; ohne Zweifel, weil es hier ſchon zu dünn war. Hierauf folgte ein Streifen von unreiner hellbrauner Farbe, auf dieſe aber folgten lebhafte, reinere Farben; und zwar ganz gewöhnlich nach ſchwachem ſchmalen Violet ein deutliches Blau, welches durch Gelb-Grün in Roth, dieſes durch Blau in Grün überging, und dann folgte nicht ſelten wieder Roth, dann wieder Grün u. ſ. w. Eine ſo mannichfaltige Farben-Abwechſelung lieſs ſich freilich nur an einigen Stellen wahrnehmen. Ohne Zweifel hingen dieſe Farben von der verſchiedenen Dicke des Eiſes ab.

7) Ich ſchnitt ein wirkſames Eisblättchen aus und entfernte das Eis, welches daſſelbe umgab, ſo daſs ſich jenes Blättchen an dem Fenſter herumdrehen lieſs; dadurch wurden Farben-Aenderungen hervorgebracht.

8) Ich brachte einen Waſſerſpiegel in verſchiedene Lagen, ſo daſs er die Fenſterſcheibe nicht in einer horizontalen, ſondern in einer ſchrägen Linie berührte. Auch dieſes ſchien den zu erwartenden Einfluſs auf die Farben zu haben, doch lieſs ſich jene Veränderung der Lage der Schiefertafel nicht weit

Digitized by Google

treiben, weil dann bald ſtatt des Himmels ſich irdiſche Gegenſtände abſpiegelten, welche nur zuweilen ſehr ſchwache Farben bemerken lieſsen.

9) Endlich ſahe ich bei unveränderter Lage des Spiegels von verſchiedenen Seiten in denſelben hinein, ſo daſs die Lichtſtrahlen in Ebenen lagen, welche unter ſchiefen Winkeln gegen die Fenſterſcheibe geneigt waren. Auch hier erſchienen die Farben etwas anders. So bemerkte ich eine Stelle im Eiſe, welche zuerſt, als ich von der rechten Seite her in den Spiegel ſahe, jene in 6) erwähnte unreine hellbraune Farbe zeigte; bewegte ich dann den Kopf immer weiter nach der linken Seite hin, ſo ging dieſe Farbe in Violet, Blau, Gelbgrün, Roth über. Eine andere Stelle fing unter gleichen Umſtänden bei Violet an, zeigte dann Blau u. ſ. w.

Man kann ganz ähnliche Erſcheinungen hervorbringen, indem man unter übrigens gleichen Umſtänden, ſtatt des Eiſes Glimmerblättchen an die Fenſterſcheibe hält. Doch erſchienen mir dann die Farben lange nicht ſo lebhaft, wie vermittelſt des Eiſes. Auch hat es mir nicht gelingen wollen, ein Eisblättchen vom Fenſter abzunehmen, und etwa in ſenkrechter Lage gegen den Lichtſtrahl zu halten; das Blättchen wird hiebei gar bald zu dünn.

Digitized by Google

V.

Wiederholung und Erweiterung des Döbereiner'schen Verſuchs.

Frei dargeſtellt von Gilbert.

Meine Leſer kennen dieſen ſehr intereſſanten Verſuch, welchen Hr. Hofrath Döbereiner im Juliſtücke 823 dieſer Annalen zuerſt bekannt gemacht hat *), und der überall, wo er ſeitdem wiederholt wurde, mit Recht das größte Aufſehn erregt hat. Die HH. Dulong und Thenard in Paris ſind die Erſten, welche ihn zum Gegenſtande zuſammenhängender, nach einem beſtimmten Plane und gewiſſermaſsen vollſtändig durchgeführter Verſuche gemacht haben, um die Naturkraft, welche dabei wirkſam iſt, wenigſtens der Art nach kennen zu lernen. Ihre gemeinſame Arbeit entſpricht dem Ruhme, den ſie ſich längſt als ausgezeichnete Experimentatoren erworben hatten, de-

*) „Neu entdeckte merkwürdige Eigenſchaft des Suboxyds des Platins, des oxydirten Schwefel-Platins und des metalliſchen Platinſtaubes von Döbereiner" (*Ann.* B. 74 S. 289) überſetzt in den *Ann. de Chim. et de Phyſ. Sept.* von Hrn Dr. Liebig. — Die erſte Nachricht, welche von dem Döbereiner'ſchen Verſuche in engliſchen Zeitſchriften gegeben wurde, (von Hrn Faraday in der Zeitſchrift der Royal Inſtitution in London) lautete: „Ein ganz auſserordentlicher Verſuch iſt von Hrn Döbereiner angeſtellt worden. Die Nachricht davon iſt mir von Hrn Hachette mitgetheilt worden, und da ich ihn richtig

nen eben ſo viel Mittel zur experimentalen Forſchung als Scharfſinn zu Gebot ſteht. Haben ſie gleich ihren Zweck noch nicht erreicht, ſo ſehn wir ſie doch ſchon, nachdem ſie ſo eben die bedeutendere zweite Hälfte ihrer Arbeit in das Publikum gebracht haben, im Beſitz ſo vieler höchſt überraſchender Reſultate, daſs ich eile dieſe meinen Leſern vollſtändig vorzulegen, die erſte Hälfte, in deren Mittheilung mir Andre zuvorgekommen ſind, in einer freien Darſtellung, die zweite Hälfte aber, welche in Deutſchland noch unbekannt iſt, nach meiner freien Ueberſetzung. Durch den Ueberblick über das Ganze erſcheint das Einzelne erſt in ſeinem wahren Werthe und genügend. Es iſt mir angenehm, daſs ich der Erſte ſeyn kann, der ſeinen Leſern auf dieſe Art die bedeutende Arbeit vorlegt, durch welche wir der Natur wiederum eine neue noch nicht beachtete Seite abzugewinnen ſcheinen; auch ſchon Hr. Hofr. Döbereiner hatte ſeine glänzende Entdeckung meinen Annalen zuerſt anvertraut. Was mir Hr. Prof. Pleiſchl in Prag von ſeinen intereſſanten Verſuchen mit Palladium mitgetheilt, und was Hr. Döbereiner ſelbſt von der Fortſetzung ſeiner Forſchung bekannt gemacht hat, findet ſich unter (3) und (4).

Gilbert.

fand, ſo wird jeder Chemiker erfreut ſeyn ihn kennen zu lernen. Er beſteht darin, daſs man gegen fein zertheiltes Platin, wie man es durch Glühen des ſalzſauren Ammoniak-Platins erhält, einen Strom Waſſerſtoffgas ſtoſsen läſst; in Folge der Berührung entflammt ſich das Waſſerſtoffgas, und ſelbſt wenn es ſich nicht entflammt, bringt es das Platin an Stellen zum Glühen. Ich finde ſogar, daſs wenn das Waſſerſtoffgas über Platin in einer Röhre fortgeht, ohne daſs man Luft zuläſst, es auf dieſelbe Art heiſs wird (?) . . ."

Digitized by Google

1.

Ueber die Eigenſchaft, welche einige Metalle beſitzen, die Verbindung elaſtiſcher Flüſſigkeiten zu befördern;

von den HH. Dulong und Thenard,

(vorgeleſ. in der Pariſ. Akad. der Wiſſ. am 15 Septemb. 1823.) *)

Alles was die Verfaſſer, als ſie dieſe Verſuche anſtellten, von den Döbereiner'ſchen Verſuchen aus einer ſehr ungenauen Nachricht in dem *Journ. des Débats* vom 24ſten Auguſt, und aus ihnen mitgetheilten Briefen an Hrn Dr. Liebig erfahren hatten, war, daſs metalliſches Platin im ſchwammigen Zuſtande Sauerſtoffgas und Waſſerſtoffgas veranlaſſe, ſich mit einander in der gewöhnlichen Temperatur zu verbinden, unter Entwickeln von ſo viel Wärme, daſs das Metall rothglühend werde. Sie fanden dieſe überraſchende Thatſache vollkommen richtig, und zeigten der Akademie die Erſcheinung vor, da ſie ſo äuſserſt leicht hervorzubringen iſt, und nach ihrem Urtheil zu den merkwürdigſten gehört, welche die Phyſiker kennen gelernt haben.

Sie fanden „die von Hrn Gay-Luſſac erfundne Waſſerſtoffgas-Lampe“ zu dieſem Verſuch äuſserſt bequem, wenn man das Electrophor herausgenommen, oder die Leitung zu demſelben abgehängt hat **). Legt man das

*) Nach den *Ann. de Chim. et de Phyſ. Aouſt.* 1823.

**) Daſſelbe gilt von jeder andern Art der *electriſchen Feuerzeuge*, welche ſeit der zu Baſel im J. 1770 bekannt gemachten Fürſtenberg'ſchen *Brennluft-Lampe*, unter uns von gar mannigfaltiger Geſtalt und Einrichtung im Gebrauche ſind, und dergleichen auch ſchon Hr. Döbereiner zu ſeinem Verſuche gebraucht hat (St. 7 S. 275). *Gilb.*

Digitized by Google

ſchwammige Platin vor der feinen Mündung der Hahnröhre, aus der das Waſſerſtoffgas beim Oeffnen des Hahns aus dieſer Lampe entweicht, in eine Entfernung von etwa 2 Centimeter ($\frac{3}{4}$ Zoll) von derſelben, ſo gelangt der Gasſtrom mit vieler atmoſphäriſchen Luft vermengt an die Oberfläche des Platin-Schwamms, und nun fängt dieſer bald an roth zu glühen und entzündet das Waſſerſtoffgas, welches eben ſo fortbrennt als wenn man es durch einen electriſchen Funken entzündet hat. In Ermangelung der Waſſerſtoff-Lampe kann man auch den gewöhnlichen Apparat zum Entbinden von Waſſerſtoffgas nehmen, wenn man nur dahin ſieht, daſs das Gas durch eine ſehr feine Oeffnung entweicht, damit es ſich mit atmoſphäriſcher Luft hinlänglich vermenge.

Nachdem die Verfaſſer von der Richtigkeit des Döbereiner'ſcher Verſuchs ſich überzeugt hatten, erweiterten ſie ihn auf mannigfaltige Weiſe. Sie tauchten ein Stück ſchwammiges Platin in ſogenanntes *Knallgas* (2 Maaſs Waſſerſtoffgas und 1 Maaſs Sauerſtoffgas), und was ſie vermuthet hatten, geſchah: das Gasgemenge kam zum Detoniren. Sind beide Gaſe nicht nahe in dem Verhältniſſe vorhanden, worin ſie mit einander Waſſer bilden, oder iſt zugleich ein unverbrennliches Gas, z. B. Stickgas, gegenwärtig, ſo verbinden ſie ſich nur langſam, und dabei erhöht ſich die Temperatur nur wenig; doch erſcheint auch dann bald an den Wänden des Gefäſses ſich condenſirendes Waſſer.

Durch heftiges *Calciniren* verliert zwar das ſchwammige Platin die Eigenſchaft roth zu glühen aber nicht die Eigenſchaft die beiden Gaſe langſam zu

Digitized by Google

vereinigen; nur entſteht dann dabei keine merkbare Temperatur-Erhöhung. Platin, das durch die bekannten chemiſchen Mittel zu einem ſehr *feinen Pulver* gemacht worden, wirkt in minderer Temperatur ſelbſt nicht langſam auf die beiden Gaſe; eben ſo wenig thut dieſes in minderer Temperatur *Platindraht* oder ein *Platinſtab.* Man hätte hieraus vermuthen können, Poroſität des Metalls ſey eine weſentliche Bedingung des Erfolgs; daſs dieſem aber nicht ſo iſt, ging aus den folgenden Thatſachen hervor.

Die Verfaſſer hatten aus Platin ſo dünne *Blättchen* gebildet, als ſich nur mit dem Hammer ſchlagen lieſsen. Dieſe Blättchen wirkten ohne in der Temperatur im mindeſten erhöht zu ſeyn, auf ein Gemenge aus 2 Maaſs Waſſerſtoffgas und 1 Maaſs Sauerſtoffgas, und zwar um ſo ſchneller, je dünner das Blättchen war: ein Paar derſelben brachten in wenig Secunden eine Detonation hervor. Dieſe Wirkung wird durch die phyſikaliſche Bedingung noch ſonderbarer, unter der ſie einzig und allein erfolgt. Wenn nämlich ein dünnes glattes Platinblättchen in Knallgas hängt, ſo zeigt ſich ſelbſt nach mehreren Tagen keine Wirkung, gleich viel das Blättchen mag ganz frei hängen oder um einen Glasſtab gerollt ſeyn; bringt man aber daſſelbe Blättchen zuſammen gekrumpelt hinein, ſo wirkt es augenblicklich und bringt das Gas zum Detoniren.

Es laſſen ſich indeſſen auch gerollte glatte Blättchen, Drähte, Pulver und dicke Stäbe von Platin, welche in der gewöhnlichen Temperatur unwirkſam ſind, zur Wirkſamkeit bringen, zwar nicht ſo weit, daſs ſie eine Detonation, wohl aber daſs ſie eine langſame Er-

Digitized by Google

zeugung von Waſſer hervorbringen. Zu dem Ende braucht man nur die Temperatur des Metalls auf 200 bis 300° C. (160° bis 240° R.) zu *erhöhen;* und zwar je dicker es iſt, deſto mehr.

Das Platin iſt, wie die Verff. gefunden haben, nicht das einzige Metall, welches die neu entdeckte Eigenſchaft beſitzt. Sie verſuchten von den andern Metallen zuerſt in dieſer Hinſicht das *Palladium*, wozu die Vermuthung ſie veranlaſste, daſs die hier in Rede ſtehende Erſcheinung, auf derſelben Urſach als die merkwürdige Thatſache beruhe, welche Sir Humphry Davy bei den Unterſuchungen die er zum Behuf ſeiner Sicherungs-Lampen anſtellte, entdeckt hat, daſs nämlich Platin-Draht u. eben ſo auch Palladium-Draht, die man in ein detonirbares Gasgemenge taucht ohne ihre Temperatur erhöht zu haben, darin rothglühend werden. Hrn Thenard war von dem Dr. Wollaſton ein Stück Palladium zum Geſchenk gemacht worden, daher an der Reinheit deſſelben kein Zweifel ſeyn konnte; dennoch war es zu ſpröde um ſich zu ſehr dünnen Blättchen ſchlagen zu laſſen. Dieſem Umſtande mochte es zuzuſchreiben ſeyn, daſs es in niederer Temperatur nicht wirkte; in erhöhter Temperatur war es dagegen zum wenigſten eben ſo wirkſam als Platin von gleicher Dicke. — Da *Rhodium* ein ſprödes Metall iſt, ließ es ſich noch weniger zu Blättchen ſchlagen, deſſen ungeachtet veranlaſste es bei den Verſuchen, welche die HH. Dulong und Thenard damit anſtellten, wenn es bis 240° C. erhitzt war, die Erzeugung von Waſſer aus den beiden Gaſen *).

*) Nach einer ſpäter zugefügten Anmerkung, und dem was

Digitized by Google

Gold und *Silber* wirkten auf ähnliche Weise (selbst n dünnen Blättchen) nur wenn ihre Temperatur rhöht war, jedoch noch unterhalb des Siedepunkts es Queckſilbers. Dabei wirkt Silber ſchwächer als old; eine Goldſtange ſchwieriger als Goldblatt; und ne dicke Silberſtange ſo ſchwach, daſs es die Frage lieb, ob ſie überhaupt wirke.

Auch mit *Gemiſchen* aus *zwei andern Gasarten* aben die Verfaſſer Verſuche gemacht, um zu prüfen, b ſich durch daſſelbe Verfahren nicht auch andre erbindungen als Waſſer bewerkſtelligen lieſsen. Sie nden daſs ſchwammiges Platin ſchon in niederer emperatur *gasförmiges Kohlenſtoffoxyd* und *Sauerſtoffgas* beſtimmt ſich mit einander langſam zu vernigen. Auf *Oel-bildendes Gas* und *Sauerſtoffas*, in dem Verhältniſſe worin ſie Waſſer und Kohnſäure bilden können gemiſcht, wirkt aber Pla n erſt wenn es bis über 300° C. hinaus erhitzt iſt, i welchem Fall dieſe Verwandlung vollſtändig vor ch geht. Platin-*Blättchen* vermochten ſelbſt die erſte ieſer Wirkungen nur in derſelben erhöhten Tempeatur, und *Gold-Blättchen* dieſe Wirkung erſt dann ervorzubringen, wenn ſie der Hitze des ſiedenden

Herr Thenard am 22ſten September der Akademie mündlich mittheilte, hatten ſie ſich bis dahin überzeugt, „daſs eine *ſchwammige* Maſſe von *Palladium* das Waſſerſtoffgas eben ſo gut als der Platinſchwamm zu entzünden vermag; daſs ſchwammiges *Iridium* bei derſelben Behandlung ſehr heiſs wird und die Waſſer-Erzeugung bewirkt; und daſs drittens *Kobalt* und *Nickel* in Maſſe, wenn ſie bis 300° C. erhitzt worden, die Verbindung von Waſſerſtoffgas und Sauerſtoffgas zu Waſſer hervorbringen.“ *Gilb.*

Digitized by Google

Queckſilbers [350°C.] ganz nahe gebracht waren. — Eine Mengung von *Salpetergas* und *Waſſerſtoffgas* verwandelt ſich durch Einfluſs *ſchwammigen Platins* von niederer Temperatur in Waſſer und in Ammoniak, auch wirkt Platin-Schwamm in niederer Temperatur auf eine Mengung von *oxydirtem Stickgas* und von *Waſſerſtoffgas*.

Schon vor langer Zeit ſind von Hrn Thenard Beobachtungen bekannt gemacht worden, aus denen erhellt, daſs Eiſen, Kupfer, Silber, Gold und Platin die Eigenſchaft beſitzen in einer erhöhten Temperatur *Ammoniakgas* zu zerſetzen, ohne aus dieſem Gas das mindeſte einzuſchlürfen; dieſe Eigenſchaft ſchien unerſchöpflich zu ſeyn, und von dieſen Metallen, bei gleichen Oberflächen, in einer der hier angegebenen Ordnung gemäſsen Stärke ausgeübt zu werden, vom Eiſen am mächtigſten. Es reichten 154 Gran Eiſendraht hin, einen 8 bis 10 Stunden lang fortdauernd ſehr ſchnell entwickelten Strom von Ammoniakgas zu zerſetzen, in einer Temperatur, welche geringer war als die, in der das Ammoniakgas für ſich völlig unzerſetzt bleibt. Von Platindraht bedurfte es der 3-fachen Menge als von Eiſendraht um dieſelbe Wirkung hervorzubringen, ſelbſt wenn die Temperatur beim Platin höher war.

„Vielleicht, bemerken die Verff., hängt das merkwürdige Reſultat dieſer Verſuche von derſelben Urſach ab, welche den Gold- und Silber-Blättchen bei 300° C., und Platin in Maſſe bei 270° C. Hitze, ſchwammigem Platin aber in der gewöhnlichen Temperatur das Vermögen mittheilt die Verbindung von Sauerſtoffgas und Waſſerſtoffgas zu Waſſer zu bewirken. Da ſich

Digitized by Google

nun zeigt, dafs Eifen, welches das Ammoniakgas ſo ſchnell zerſetzt, das Verbinden von Sauerſtoff und Waſſerſtoff gar nicht oder nur höchſt wenig befördert; und dafs umgekehrt das für letztere Wirkung ſo kräftige Platin das Ammoniak kaum zu zerſetzen vermag; — ſo ſcheint es, als hätten einige Gaſe ein Beſtreben ſich zu vereinigen, andre ſich zu trennen unter dem Einfluſſe der Metalle, und als ſey dieſes nach der Natur der Metalle verſchieden, ſo dafs die, welche die eine Wirkung am vollkommenſten hervorbringen, die andre nur ſchwach oder gar nicht zu erzeugen vermögen."

„Aller Vermuthungen über dieſe ſonderbaren Erſcheinungen enthalten wir uns, bevor wir nicht die Verſuche werden zu Ende gebracht haben, welche von uns zur Prüfung dieſer Meinungen unternommen worden ſind."

2.

Neue Beobachtungen über die Eigenthümlichkeit gewiſſer Körper die Verbindung elaſtiſcher Flüſſigkeiten unter einander zu befördern;

von den HH. Dulong und Thenard.

(Vorgeleſ. in der Akad. der Wiſſenſch. am 3 Novemb. 1823.)

Frei überſetzt von Gilbert *).

Seitdem wir unſere erſte Nachricht vorgeleſen haben, iſt Hrn Döbereiner's eigner Aufſatz über die von

*) Nach der HH. Gay-Luſſac und Arago Ann. de Ch. et de Phyſ. Ein Auszug ſtand im Moniteur. *G.*

Digitized by Google

ihm entdeckte Erscheinung nach Frankreich gekommen *). Dieser Aufsatz enthält keine bestimmte Theorie; wir haben daher unsere Untersuchungen fortgesetzt, in der Hoffnung dafs es uns glücken werde aufzufinden, welcher Gattung von Kräften diese sonderbare Erscheinung zuzuschreiben sey. Die Resultate dieser neuen Versuche sey es uns erlaubt der Akademie jetzt vorzutragen.

Als wir über unsere ersten Versuche berichteten, kannten wir kein anderes Metall als das *Platin*, welches auf das Knallgas stark genug wirkt, um sich von der *gewöhnlichen* Temperatur der Atmosphäre ab bis zum Glühen darin zu erhitzen. Jetzt wissen wir, dafs sich auf dieselbe Weise verhalten: *Palladium*, *Rhodium* und *Iridium*; auch *Osmium*, doch nur wenn es bis 40° oder 50° C. erwärmt ist. Schwammiger *Nickel* wirkt ebenfalls in der gewöhnlichen Temperatur, aber nur sehr langsam; Hr. Döbereiner hatte schon vor uns die Wirksamkeit von staubförmigem Nickel wahrgenommen.

Dieses sind die einzigen Körper, die uns bis jetzt in der gewöhnlichen Temperatur eine wahrnehmbare Wirkung gezeigt haben. In mehr oder weniger *erhöhter* Temperatur, (die jedoch nie bis zum Siedepunkte des Queckssilbers stieg), fanden wir dagegen *alle Metalle* wirksam, mehr oder weniger. Es ist jedoch sehr schwierig ihre Kraft in dieser Hinsicht genau zu vergleichen, da die Gröfse der Oberfläche, die Dicke und selbst die Configuration der Stücke auf die-

*) Siehe oben S. 81. Anm. *G.*

Digitized by Google

ſelbe Einfluſs haben. So z. B. wirken *Gold*bleche erſt in einer Hitze von 280° C., Goldblättchen in einer Temperatur von 260° C., feiner Goldſtaub aber ſchon in einer Temperatur von 120° C.

Es beſitzen dieſe Eigenſchaft auch noch andere Körper als die Metalle. In erhöhten Temperaturen die nicht bis 350° C. [den Siedepunkt des Queckſilbers] hinauf gehn, beſtimmen *Kohle*, *Bimſtein*, *Porzellain*, *Glas* und *Bergkryſtall* das Sauerſtoffgas und Waſſerſtoffgas ſich mit einander zu vereinigen. Unter den Salzen äuſsert der *Fluſsſpath* nur eine kaum wahrzunehmende Wirkung, welche wohl von den fremden Körpern herrühren könnte, von denen er ſelten ganz rein iſt. *Weiſser Marmor* ſcheint unter der angegebnen Temperatur-Gränze gar nicht zu wirken.

Daſs die *Configuration* der feſten Körper auf ihre Wirkſamkeit weſentlichen Einfluſs hat, davon gaben uns *eckige* und *abgerundete Glasſtücke* von nahe gleicher Oberfläche den Beweis; denn die erſteren veranlaſsten in derſelben Zeit die Erzeugung von faſt einer doppelt ſo groſsen Menge von Waſſer als die letzteren. — Schon Sir H. Davy hatte ein langſames Verbrennen des Waſſerſtoffgas, ſo wie des Kohlen-Waſſerſtoffgas wahrgenommen, obſchon nur in Temperaturen über dem Siedepunkte des Queckſilbers; er hielt daſſelbe für das alleinige Reſultat der gegenſeitigen Wirkung der gemengten elaſtiſchen Flüſſigkeiten auf einander, ohne auf die Natur der Gefäſse zu ſehn, in denen ſie enthalten waren. Unſere Beobachtungen lehren aber, daſs die Verbindung bei jeder verſchiedenen feſten Subſtanz, welche mit dem verbrennlichen Gasgemenge in Berührung iſt, in einer verſchiednen

Digitized by Google

Temperatur vor ſich geht. Die tropfbaren Flüſſigkeiten ſcheinen an dieſer Eigenſchaft nicht Antheil zu haben; wenigſtens äuſserte kochendes oder bis nahe am Kochen erhitztes *Queckſilber*, binnen 6 Stunden keine meſsbare Wirkung.

Bis hierher zeigte ſich in dieſen Phänomen eine den mehrſten feſten Körpern, (Metallen wie andern, und einfachen wie zuſammengeſetzten), gemeinſchaftlich zukommende Eigenſchaft. Nun aber wurden wir auf Thatſachen geführt, welche beweiſen, daſs den in der gewöhnlichen Temperatur wirkſamen Metallen, dieſe Eigenſchaft *keineswegs inhärirend* iſt, daſs ſie ſich vielmehr ihnen benehmen und wieder geben läſst, ſo oft man will; indeſs uns dagegen bis jetzt noch nichts den Beweis gegeben hat, daſs in den nur in erhöhten Temperaturen wirkſamen Metallen durch die nämlichen Urſachen ein ſolcher Wechſel in Beziehung auf die angeführte Eigenſchaft hervorgebracht werden könne. Wir haben die mehrſten der hierher gehörenden Verſuche, von denen wir jetzt in der Kürze Nachricht geben wollen, mit *Platin* in fünf verſchiedenen Geſtalten angeſtellt, nämlich mit Platin in dünnem Draht, in Feilſpähnen, in dünnen Blättchen, als Schwamm und als unfühlbarer Staub.

Der Platin*draht*, deſſen wir uns bedienten, war $\frac{1}{20}$ Millimeter ($\frac{1}{9}$ Linie) dick, und wir bildeten daraus in allen Verſuchen Bündel oder Strähne von ungefähr hundert Umgängen, um das zu ſchnelle Erkalten zu vermeiden. Neuer (eben erſt verfertigter) Platindraht, der die Temperatur der Atmoſphäre hat, erhitzt ſich nicht in einem Strome von Waſſerſtoffgas der durch die Luft geht; er muſs wenigſtens bis 500° C. erhitzt

Digitized by Google

ſeyn wenn er die Verbindung der beiden Gasarten bewirken und die ihm ertheilte Temperatur noch erhöhen ſoll; dieſes iſt der alte Verſuch des Hrn Davy.

Wenn dagegen derſelbe Draht mehrmals abwechſelnd bis zum Rothglühn erhitzt und dann wieder kalt geworden iſt, ſo fängt er ſchon zu wirken an, wenn man ihn bis 50° oder 60° C. erwärmt. — Taucht man ihn ferner einige Minuten lang in kalte oder heiſse Salpeterſäure, wäſcht dann die Säure ab, und trocknet ihn in einer Wärme von 200° C., ſo erhitzt er ſich in einem Strom von Waſſerſtoffgas ſchon wenn er die gewöhnliche Temperatur hat, und iſt es ein ſchneller Gasſtrom, ſo kömmt er darin bis zum Glühen. Dieſelbe Wirkung bringen in dem Platindrahte concentrirte Schwefelſäure und Salzſäure hervor, jedoch, beſonders die letztere, auf eine minder ausgezeichnete Weiſe. Dieſe Eigenſchaft erhält ſich indeſs in dem Drahte nur eine kurze Zeit lang; und zwar in freier Luft nur einige Stunden lang; dagegen wenn man den Draht in einem Gefäſse verſchloſſen erhält über 24 Stunden lang, wobei die Natur oder die electriſche Iſolirung des Gefäſses auf dieſe Dauer keinen Einfluſs zu haben ſcheint; dieſelbe Eigenſchaft verſchwindet endlich in ungefähr 5 Minuten, wenn man den Draht mittelſt einer Siegellack-Stange iſolirt in eine geringe Menge gleichfalls iſolirtes Queckſilber taucht; und eben ſo ſchnell verliert ſie ſich in einem raſchen Strome trockner Luft, ſey es atmoſphäriſcher Luft, oder von Sauerſtoffgas, Waſſerſtoffgas oder kohlenſaurem Gas. Dagegen benehmen weder Kali, noch Natron, noch Ammoniak dem Drahte die ihm in der Berührung mit Salpeterſäure ertheilte Eigenſchaft;

Digitized by Google

vielmehr ſcheinen die beiden erſteren ſie wieder anzufachen in einem Drahte, dem man ſie ſchon mehrmals durch dieſes Verfahren mitgetheilt hat.

Platin-Feilſpähne, die mit einer Feile von mittlerer Gröſse gemacht ſind, beſitzen die erwähnte Eigenſchaft unmittelbar nachdem ſie gebildet worden ſind, und behalten ſie unter abnehmender Stärke 1 oder 2 Stunden lang. Nachdem ſie dieſelbe völlig verloren haben, braucht man die Feilſpähne nur zu glühen, ſo befinden ſie ſich nach dem Erkalten wieder in dem Beſitze dieſer Eigenſchaft. In einem höheren Grade erlangen ſie ſie wieder durch Berührung mit Salpeterſäure oder Salzſäure. In einem eingeſchloſsnen Luftraume behalten die Feilſpähne dieſe Eigenſchaft mehrere Tage lang; und die Reſultate ſind gleich, die Platin-Feilſpähne mögen auf einer iſolirenden Unterlage liegen oder nicht. Das Blaſen von Luft auf ſie bringt dieſelbe Wirkung als auf Platindraht hervor, doch minder ſchnell. In Waſſer gemachte Platin-Feilſpähne ſind in der gewöhnlichen Temperatur unwirkſam.

Bei allen dieſen Verſuchen begnügten wir uns die Erhöhung der Temperatur des Metalls ſo weit zu treiben, bis wir es nicht mehr mit den Fingern halten konnten. Daſs die Erhitzung von der Verbindung herrührte, in welcher der Sauerſtoff der atmoſphäriſchen Luft mit dem Waſſerſtoff des Gasſtroms trat, daran lieſs ſich zwar nach allen unſern Verſuchen auf keine Weiſe zweifeln, doch haben wir zum Ueberfluſs noch unmittelbar nachgewieſen, daſs ſich in ihnen Waſſer bildet. In einem detonirenden Gasgemenge [Knallgas] bringen Platin*draht* oder Platin-*Feilſpähne* manchmal ein ſehr ſchnelles Verſchlucken

Digitized by Google

hervor, und würde der Verſuch in dem Augenblicke angeſtellt, wenn die Eigenſchaft im gröſsten Grade der Stärke in ihnen vorhanden iſt, ſo käme es gewiſs zum Explodiren; denn wenn man in dieſem Zeitpunkte auf die Feilſpähne einen Strom Waſſerſtoffgas durch einen Druck von 1 oder 2 Decimeter ($3\frac{1}{2}$ Zoll bis 7 Zoll) Waſſenhöhe treibt, ſo werden die Feilſpähne glühend und entflammen das Gas, wie in dem Verſuche des Hrn Döbereiner.

Was die *Platin-Blättchen* betrifft, ſo wird man ſich aus unſerm erſten Berichte erinnern, daſs ſie in der gewöhnlichen Temperatur glatt und entfaltet nicht wirken, ſondern nur wenn ſie zuſammen gekrumpelt ſind, wie ein Papierpfropf beim Laden. Wir ſuchten damals den Grund davon in der Geſtalts-Verſchiedenheit, haben aber ſeitdem gefunden, daſs die Urſach eine andre iſt. Gleich den Platin-Feilſpähnen beſitzen auch die Platin-Blättchen unmittelbar nachdem ſie gemacht worden, die Eigenſchaft auf das Knallgas in niederer Temperatur zu wirken, verlieren aber an der Luft dieſe Eigenſchaft völlig ſchon in einigen Minuten. Durch Glühen in einem verſchloſsnen Platintiegel läſst ſich dem Platin-Blättchen dieſe Eigenſchaft wieder geben, und zwar noch in gröſserer Stärke; und erhält man es dann in einem Gefäſse verſchloſſen, ſo behält es ſeine ganze Kraft unvermindert volle 24 Stunden lang, ſo daſs, wenn man es nach dieſem Zeitraume in Knallgas taucht, faſt immer eine Detonation erfolgt. An der Luft dagegen verlieret es dieſe Kraft vollſtändig ſchon innerhalb der kurzen Zeit, welche man nöthig hat, um die Falten aus demſelen fortzuſchaffen: denn nicht blos das ſo entfaltete Platin-

Digitized by Google

Blättchen wirkt nicht mehr, ſondern auch daſſelbe Blättchen wenn man es aufs neue zuſammen krumpelt iſt ohne Wirkung.

Ganz gleiche Thatſachen haben wir beobachtet an *Palladium-Blättchen* und an *Feilſpähnen* von *Palladium.*

Das *ſchwammige Platin* erlangt die Eigenſchaft, welche Hr. Döbereiner in demſelben entdeckt hat, wahrſcheinlich entweder durch die Berührung mit der Salzſäure, die beim Calciniren ausgetrieben wird, oder durch das Glühen während der Bereitung. Ueberdem wird durch die ſchwammige Structur die Berührung mit der Luft ſehr erſchwert; daher dem Platin in dieſer Geſtalt die in Rede ſtehende Eigenſchaft viel ſchwieriger als in den andern Zuſtänden entzogen wird, und wenn ſie durch ein mehrtägiges Ausſetzen an der Luft endlich verloren gegangen iſt, ſich ſogleich dem Platin-Schwamm durch Glühen, oder durch Eintauchen in Salpeterſäure wieder geben läſst. Feuchte Luft entzieht dieſe ſonderbare Eigenſchaft dem Platin-Schwamm nicht ſchneller als trockne; ſelbſt Einſchlürfen von Waſſer oder Durchſteigen von Dampf kochenden Waſſers ſchwächt ſie in dem ſchwammigen Platin nicht merklich; und hat dieſes ſie durch Salpeterſäure wieder erlangt, ſo machen weder Ammoniak noch Kali ſie verſchwinden.

Durch Glühen des ſalzſauren Ammoniak-Platins dargeſtellter *Platin-Staub* (der alſo mit Kochſalz gemengt iſt), giebt die nämlichen Erſcheinungen als das ſchwammige Platin; und in der That iſt er blos ſehr fein zertheilter Platin-Schwamm. Durch *Zink* aus einer Platin-Auflöſung niedergeſchlagener Platin-Staub,

Digitized by Google

ſchien uns ſeine Eigenſchaft noch halsſtarriger zurück zu behalten, als gleich feiner auf irgend eine andre Weiſe aus dem Platin gemachter Staub. Wir beſchäftigen uns jetzt auszumitteln, ob nicht dieſe Bereitungs-Art auch bei andern Metallen einen ähnlichen Einfluſs äuſsere *).

Die vorſtehenden Beobachtungen lehren uns eine Wirkungsart kennen, welche ſich bis jetzt noch auf keine bekannte Theorie zurückführen läſst. Wir ſehen daſs eine groſse Menge feſter Körper die Verbindung gemengter Gasarten durch ihre Berührung mit denſelben befördern, bei Temperaturen, die nach der Natur derſelben verſchieden ſind. Die Stärke dieſer Wirkung ſcheint in einiger Beziehung mit dem Sättigungs-Zuſtande (*l'état de ſaturation*) der feſten Körper zu ſtehen. Einige dieſer Körper erlangen noch auſser dieſer Eigenſchaft, unter dem Einfluſſe gewiſſer Wirkungsmittel eine ähnliche doch viel ſtärker ausgeſprochene Kraft, und dieſe Kraft iſt (was vorzügliche Bemerkung verdient) vorübergehend, wie es die mehrſten electriſchen Wirkungen ſind. Man kann ſich leicht denken, daſs wir vom Anbeginne unſerer Unterſuchungen an, die Electricität im Auge gehabt und unſere Verſuche ſo angeordnet haben, daſs ſich

*) In der That haben wir ſchon gefunden, daſs durch Zink niedergeſchlagenes und in niederer Temperatur getrocknetes *ſtaubförmiges Gold*, die Verbindung der beiden Gasarten ſchon beſtimmt bei einer Erwärmung bis 120° C., und wenn es zuvor geglüht worden, bei einer Erwärmung bis 55° C. Auf ähnliche Weiſe bereitetes *ſtaubförmiges Silber* wirkt auch ſchon bei einer Erwärmung bis 150° C.

in ihnen der Antheil ergeben ſollte, welchen die Electricität an dieſen Erſcheinungen haben möchte; wir müſſen indeſs bekennen, daſs wir bis jetzt die mehrſten der Wirkungen, die wir beobachtet haben, nicht aus der Annahme zu erklären vermögen, daſs ſie blos electriſchen Urſprungs ſeyen.

3.

Ueber das Entglühen des Palladiums im Hydrogenſtrome;

vom Profeſſor Adolph Pleiſchl in Prag.

Gleich bei der erſten Nachricht von Döbereiner's wichtiger Entdeckung vermuthete ich, daſs auch andere Metalle ein dem Platin ähnliches Verhalten im Hydrogenſtrome zeigen würden, vorzüglich das Palladium, welches als ſchlechter Wärme-Leiter nach Wollaſton's und Davy's Verſuchen dem Platin ſo nahe ſteht. Lange bemühte ich mich vergebens dieſe Vorausſetzung zu rechtfertigen, endlich gelang es mir auf folgende Art:

Ich nahm Palladium, welches ich durch Ausglühen des Palladium-Cyanids (Kyan-Palladiums) *) e

*) Ich ſpreche und ſchreibe *Kyanogen, Kyanid, Hydro-Kyanſäure* nach der Abſtammung von dem griechiſchen *κυανος*. *Pleiſchl* [Hr. Gay-Luſſac hat bekanntlich die Namen *Cyanogène, acide cyanique, acide hydrocyanique* etc. nach der deutſchen Benennung *Blauſäure* gemacht. Dieſem zu Folge habe ich in meiner freien Ueberſetzung ſeiner groſsen Arbeit über die Blauſäure in B. 58, J. 1816 dieſ. Annal., den neuen Körper im Deutſchen *Blauſtoff* genannt, und mich der Namen *Blauſtoffſäure, Blauſtoff-W*

Digitized by Google

halten, und das ſchon einige Mal gedient hatte um die ſchöne grüne Farbe zu zeigen, die ein brennender Hydrogenſtrom annimmt, wenn man es in denſelben hält. Anfangs gelang es mir nur es durch den Hydrogenſtrom bedeutend zu erhitzen ohne daſs es entglühte: jetzt aber wird dieſes Palladium durch ihn in den glühenden Zuſtand verſetzt, wie das Platinpulver, nur nicht ſo ſchnell und bei weitem nicht ſo lebhaft, und erſt nachdem das Gläschen, in welchem das Palladium dem Hydrogenſtrome ausgeſetzt wird, ſich ſo ſtark erhitzt hat, daſs man ſich die Finger daran verbrennen kann, welches ich beim Platin bisher niemals beobachtete.

Damit auch Andern dieſer Verſuch leicht gelinge, muſs ich bemerken, daſs ich nur die etwas gröſsern Stückchen des Palladiums, und vorzüglich die vielfach zerklüfteten, aber noch zuſammenhaltenden in das Glühen kommen ſah. Kleine unzuſammenhängende Stäubchen fein zertheilten Palladiums erhitzen ſich

ſerſtoffſäure (die gemeine Blauſäure) und Blauſtoff-Verbindungen (hier *Blauſtoff-Palladium*) etc. bedient, ganz in der Analogie mit meiner deutſchen chemiſchen Sprache, welche jetzt gröſstentheils von den Chemikern befolgt wird, die endlich fühlen, wie buntſcheckig und widrig des Uebertragen der griechiſch-franzöſiſchen Nomenklatur in das Deutſche ihre chemiſche Sprache gemacht hatte. Ich hoffe um ſo mehr ſie werden mit der Zeit auch bei dieſem Namen meinem Beiſpiele folgen, da es in der That ſonderbar ſeyn würde, Worte, die in der grăciſirenden franzöſiſchen Nomenklatur *nach dem Deutſchen* gemacht ſind, in die deutſche chemiſche Sprache aufzunehmen und die aus dem Deutſchen ſtammenden Namen, deren Stellvertreter jene ſeyn ſollen, aus derſelben zu verbannen. *Gilb.*]

Digitized by Google

zwar sehr stark, ich sah sie aber erst lange nach den erwähnten gröfseren Stückchen ins Glühen kommen, daher es mir schien als würden sie nur durch die unmittelbare Berührung mit den gröfseren glühend. Ein stark zerklüftetes Palladium-Stückchen in einer Vertiefung auf einer Kohle in den Hydrogenstrom gebracht, entglühete nicht bis ich das Kohlenstückchen in eine mit ihrer Mündung aufwärts gekehrte Glasglocke legte, dann aber bald und heftig; das Palladium-Klümpchen wurde weifs glühend, und entzündete das Hydrogen mit einem bedeutenden Knall. Auf diese Weise gelingt der Versuch viel leichter, und der Erfolg, das Entglühen, ist viel ausgezeichneter, indem hierbei das Gas zusammen gehalten, vielleicht auch etwas zusammen gedrückt wird. Man mufs darauf sehen, dafs der Hydrogenstrom auf das Palladiumklümpchen senkrecht gerichtet werde; daher es gerathen ist, mehrere Klümpchen neben einander auf die Kohle hinzulegen.

Mit dem *Palladium-Papier* ist mir der Versuch bisher noch nicht vollständig gelungen, so glänzend ihn auch das *Platin-Papier* zeigt. Um diese Papiere darzustellen, tränkt man feines Filtrir-Papier mit einer salzsauren Auflösung dieser Metalle und trocknet es, und wiederholt dieses mehrmals bis das Papier steif ist, worauf man es entzündet und glüht um die organischen Papierfasern gänzlich zu zerstören. Man erhält auf diese Weise das Palladium und das Platin in so fein zertheilten Zuständen, dafs ein heftiger Hydrogenstrom sie verweht. Das auf diese Weise bereitete *Platin-Papier* zeigt die Döbereiner'sche Entdeckung noch in einer weit herrlicheren und überraschenderen

Digitized by Google

Schnelligkeit, als das Platin-Pulver; denn es entglüht im ſtrengſten Sinne des Wortes augenblicklich, ſo wie es vom Hydrogenſtrome getroffen wird, und entzündet ihn nach wenigen Secunden mit einem Knall; oft, ja meiſtentheils, erfolgt die Entzündung ſchon bei dem erſten Zuſammentreffen.

Daſs ich, als ich die Verſuche über das Entglühen des Palladiums im Hydrogenſtrome anſtellte, keine Kenntniſs von den Verſuchen der HH. Dulong und Thenard hatte, werden die Leſer mir leicht glauben. Ich lernte dieſe erſt am 11ten Januar 1824 kennen, während mein zweiter Nachtrag zu der Abhandlung über Döbereiner's neues Feuerprincip, in dem ich die Umſtände näher anführte, unter welchen das Palladium im Hydrogenſtrome entglüht, ſchon am 24ſt. November 1823 an Hrn Prof. Schweigger abgeſendet wurde *).

*) Ich bin bei dieſer Gelegenheit wieder auf die Verſuche mit dem Glühlämpchen gekommen, die in naher Beziehung mit dem hier erwähnten ſtehen. Ich habe *Nickeldraht* in Alkohol- oder Aether-Dämpfen einige Male 2 Stunden ununterbrochen glühend erhalten; allein länger nicht bei aller angewendeten Mühe und Abänderung. Eben ſo wenig gelang es mir *Stahldraht* länger als 1½ Stunde ununterbrochen im Glühen zu erhalten, ich mochte dünne oder dickere Klavierſaiten anwenden. Ihn wie Chladni (Gilbert's Annal. B. 61 S. 347 und B. 75 S. 98) mehrere Tage hindurch glühend zu erhalten, war ich nicht im Stande. *Meſſingdraht* glüht gar nicht fort; mehrmals glühend gemacht wird er roth, indem das Zink verbrennt, und das Kupfer dann in ſeiner urſprünglichen Farbe erſcheint. Davy ſah das *Palladium* wie das Platin in Weingeiſt- und Aether-Dämpfen fortglühen (Gilb. Ann. B. 56 S. 249), dazu fehlte mir aber Palladiumdraht. *Pl.*

Digitized by Google

4.

Noch Einiges von Hrn Döbereiner, und aus England.

Hr. Prof. Döbereiner hat die im Juliſtück dieſer Annalen (B. 74 S. 264 f.) von ihm bekannt gemachte Nachricht von ſeiner merkwürdigen Entdeckung, zu einer kleinen Schrift, unterzeichnet Jena den 13ten October 1823 erweitert *), aus der ich hier Einiges nachtrage. Schwammiger Platinſtaub hatte in einer Mengung aus 95 Maaſs Waſſerſtoffgas und 5 M. atmoſphäriſche Luft, nach wenig Minuten eine Verminderung bewirkt, die nach $\frac{1}{4}$ Stunde genau 3 M. betrug, alſo die Anweſenheit von 1 Procent Sauerſtoffgas ſehr richtig nachgewieſen. Er eignet ſich daher zum Gebrauche in dem Waſſerſtoffgas-Eudiometer ſtatt der künſtlichen Electricität, wobei das Verpuffungs-Gefäſs unnöthig wird, und man keines Zuſatzes von Sauerſtoffgas bei Gasgemiſchen bedarf, die deſſen ſo wenig enthalten, daſs electriſche Entladungsſchläge kein Verbrennen darin hervorbringen; wodurch dieſes Eudiometer allerdings ſehr vereinfacht wird. Zu dieſem eudiometriſchen Gebrauche formt Hr. Döbereiner aus dem durch Glühen des Platin-Salmiak erhaltenen metalliſchen Platinſtaube, mit etwas Thon und Waſſer, kleine Kugeln von 1 bis $1\frac{1}{2}$ Linien Durchmeſſer, und giebt ihnen Feſtigkeit durch Glühen vor dem Löthrohr. Werden ſie an einem 15 bis 20 Zoll langen Platindraht befeſtigt, ſo

*) Die neueſten und wichtigſten phyſ. chemiſchen Entdeckungen von Döbereiner. Jena 1823. 4. 19 S.

Digitized by Google

laſſen ſie ſich leicht durch das ſperrende Queckſilber in das zu zerlegende Gasgemiſch bringen, und nach vollendeter Wirkung aus der Eudiometer-Röhre wieder zurückziehn. Eine ſolche Kugel reicht hin mehrere Kubikzoll Knallgas zu verdichten, und iſt dazu immerfort dienlich, wenn man ſie nach jedem Gebrauche trocknet *).

Ein ſolches Kügelchen, das an ſeinem Platindrahte mitten in ein kleines Glas mit atmoſphäriſchem Knallgas [5 Maaſs atmoſph. Luft und 2 M. Waſſerſtoffgas] geſenkt wird, wird ſehr bald rothglühend, wobei das Knallgas *ohne* Verpuffung verbrennt; in reinem Knallgas [1 M. Sauerſtoffgas und 2 M. Waſſernoffgas] kömmt ſie aber bis zum Weiſsglühen, und in demſelben Augenblicke verpufft das Gasgemiſch mit ſtarkem Knall. Derſelbe Erfolg wird wiederholt erhalten, wenn das Kügelchen in einem luftleer gepumpten Ballon (oder in einem mit Waſſerſtoffgas gefüllten Glaſe über Queckſilber) hängt, und man Portio-

*) Die HH. Daniell und Childern in London haben das Döbereiner'ſche Eudiometer geprüft, und erklären „das Platin-„Pulver eigne ſich mit Waſſerſtoffgas zum eudiometriſchen Ge-„brauche auf eine bewundernswürdige Art, durch Einfach-„heit, Schnelligkeit und Sicherheit, da ſelbſt in bedeutend er-„höhten Temperaturen kein Ammoniak entſtehe.“ In einer Mengung aus 20 M. atmoſph. Luft uud 37 M. Waſſerſtoffgas, verſchluckte bei ihren Verſuchen ein mit niedergeſchlagener Thonerde bereitetes, vor dem Gebrauch geglühtes Platin-Erbschen 13 Maaſs, (zeigte alſo 4,3 M. Sauerſtoffgas an, 0,1 zu viel, wahrſcheinlich weil das Waſſerſtoffgas nicht vollkommen von atmoſph. Luft frei war). Ein zweites Erbschen bewirkte nicht die geringſte Verſchluckung im Gas-Rückſtande, und Queckſilber und Röhre gaben beim Erhitzen keine Gasentzündung. Eine geringe Menge atmoſphär. Luft, die zu kohlenſaurem Gas hinzugelaſſen war, fand ſich richtig. — Der Döbereiner'ſche Verſuch gelingt noch bei 0° Wärme, und mit ſchwarzem Iridium- und Osmium-Pulver nach dem Glühen und Erkalten ſo gut als mit Platinſchwamm, nach Hrn Garden in London. *Gilbert.*

Digitized by Google

nen reinen Knallgafes zufteigen läfst (im letztern Falle ohne Detonation). Man kann auf diefe Art eine grofse Menge Waffer aus feinen Grund-Beftandtheilen meffend erzeugen.

Lampen oder Feuerzeuge mit Waffertoffgas bedürfen hinfüro, nach Hrn Döbereiner, auch nicht mehr eines Electrophors oder andern zündenden Werkzeuges; ftatt deffen braucht man fie nur mit einem Glastrichterchen oder Uhrglafe zu verfehn, worin einige Gran fchwammigen Platinftaubes liegen, und mit einem nach unten gebogenen 1 bis 2 Zoll davon fich endigenden Haarröhrchen, durch das der Gasftrom beim Oeffnen des Hahns auf den Platinftaub herabbläft. Diefer wird dann faft augenblicklich erft roth - dann weifs-glühend, und bleibt folches fo lange als Gas darauf ftrömt, und wenn der Strom ftark ift entflammt er ihn; ein Verfahren wie Platin mit dem kleinften Aufwande zuftrömenden Waffertoffgafes zuentglühen ift. — Auch Pulver läfst fich auf diefe Art entzünden *).

Einer blos mechanifchen Wirkfamkeit des Platins läfst fich die Erfcheinung nicht zufchreiben, da das Waffertoffgas von dem fchwammigen metallifchen Platinftaube den es berührt nicht verfchluckt oder verdichtet, und doch in feiner Verbrennlichkeit fo aufserordentlich erhöht wird. Diefes könne, glaubte Hr. Döbereiner, *entweder* nur einer electro-

*) Nur aus Platin - Auflöfung durch Zink niedergefchlagener fchwarzer Platinftaub, der anfangs mit Gepraffel und Funkenfprühen entglühte, verliert feine Wirkfamkeit (weil, glaubt Hr. Döbereiner, er fremde Metalle enthält) nicht aber das fchwammige Platin.

Digitized by Google

motoriſchen Thätigkeit des Waſſerſtoffs mit dem Platin, (bei der daſſelbe den Zink repräſentiren, alſo ſich wie von metalliſcher Natur verhalten würde), *oder* kryſtalliſcher Thätigkeit zugeſchrieben werden; wie denn Hr. Schweigger annehme, die ganze Erſcheinung werde durch eine beſondere (Kryſtall-) Form der kleinſten Theile des Platins bedingt. Hr. Döbereiner geſteht, er habe zwar um dieſe Anſichten zu prüfen viele Verſuche angeſtellt, aber kein Reſultat erhalten, das zur Beſtätigung der einen oder der andern dienen könnte. Ganze oder zerſtückte Boraciten, Turmaline und Diamanten, fein zertheilte Kohle, Graphit, Gold-, Silber-, Platin-Staub etc. bewirkten in Knallgas bei gewöhnlicher Temperatur keine Verdichtung. Eben ſo wenig erfolgte eine ſolche, wenn metalliſcher Platinſtaub mit Waſſerſtoffgas und zugleich mit ſchwarzem Braunſtein, oder Kohlenoxydgas, oder Kohlenſäure, oder Salpetergas, oder andern Oxyden in Berührung war; oder wenn der Platinſtaub mit Sauerſtoffgas, das mit Ammoniakgas, Schwefel-Waſſerſtoffgas, öl-bildendem Gas oder Kohlen-Waſſerſtoffgas gemiſcht war, in Berührung geſetzt wurde; oder wenn er ihn in Mengungen dieſer Gasarten mit einander, oder mit kohlenſaurem Gas, oder Alkoholdampf etc. brachte. „Durch dieſe und viele andere Verſuche erklärt Hr. Döbereiner ſich überzeugt, daſs die Thätigkeit dieſes Metalls immer nur auf Miſchungen von *ungebundenem* Waſſerſtoffgas und Sauerſtoffgas beſchränkt, und wahrſcheinlich von *ganz eigenthümlicher* Art, d. h. weder mechaniſch, noch electriſch oder magnetiſch ſey.“

Digitized by Google

Eine bedeutende Menge Platin, welche Hr. Döbereiner vor ein Paar Jahren von dem Grofsherzog von Weimar zu Verfuchen erhalten hatte, und Hrn Edmund Davy's zu Dublin Beobachtung, dafs ein durch Kochen von fchwefelfaurem Platin in Alkohol und Digeriren mit Ammoniak fich bildendes fchwarzes Knall-Platin, wenn es mit Alkohol befeuchtet werde, *entglühe*, gaben Hrn Döbereiner die Veranlaffung zu feiner fchönen Entdeckung. Er fand bald, dafs mit diefem Knall-Platin in Berührung gebracht, Alkoholdampf und Sauerftoffgas fich zu gleichen Raumtheilen durchdringen und in Effigfäure und Waffer verwandeln (Annal. 1802 St. 10 S. 193); dafs in Berührung mit demfelben Kohlenoxydgas und Sauerftoffgas fich unter *Entzündung* zu kohlenfaurem Gas vereinigen; und dafs 100 Gran diefes Knall-Platins 15 bis 20 Zoll Waffer ftoffgas und dann auch Sauerftoffgas einfchlürfen, (welches zuvor nicht gefchieht), und dafs es in Knallgas *entglühe*, diefes detoniren mache und fich dabei reducire ohne diefe letzte Eigenfchaft einzubüfsen. Seinen Verfuch mit dem Platinfchwamm ftellte er zum erften Male am 27 Juli 1823 an, und machte ihn im Juli-Stück diefer Annalen B. 74 St. 3 S. 269 bekannt.

Gilbert.

Digitized by Google

VI.

Beobachtungen des ausgezeichnet tiefen Barometerſtandes am 23 Januar 1824.

1. Von Hrn Klöden, Dir. d. k. Schullehrer-Sem. zu Potsdam *)
In einem Schreiben an Gilbert.

Die Mühe und Ausdauer, mit der Sie ſich vor einem Jahre, und auch ſchon früher dem ſchwierigen, aber gewiſs auch höchſt verdienſtlichen Geſchäfte unterzogen, die Beobachtungen der ausgezeichnet niedrigen Barometerſtände der beiden letzten Jahre für Ihre vortrefflichen Annalen zu ſammeln, und ſo dieſe für den künftigen Bearbeiter der ſehr merkwürdigen Erſcheinung, die ſich öftrer wiederholen zu wollen ſcheint, zu einer wahren Fundgrube alles darüber vorhandenen Wiſſenswerthen zu machen **), läſst mich hoffen, daſs Sie meine Beobachtungen des vorgeſtrigen ausgezeichnet niedrigen Barometerſtandes einer Stelle in Ihrer Zeitſchrift nicht unwerth finden werden, der ich ſie wenigſtens durch Genauigkeit würdig zu machen geſucht habe.

Ich beobachte, wie Sie wiſſen, mit zwei Gefäſs-Barometern, begnüge mich aber Ihnen die Beobach-

*) Und vor Kurzem ernannt znm Director einer in Berlin zu errichtenden Gewerbſchule. *G.*

**) Dieſes war allerdings meine Abſicht, und die Fortſetzung und die Vollendung beider Sammlungen ſoll nicht ausbleiben. *G.*

Digitized by Google

tung an dem Einen zu überſenden, welches die Temperatur des Queckſilbers im Gefäſse unmittelbar an einem Reaumur'ſchen Thermometer, deſſen Kugel in daſſelbe eingeſenkt iſt, zeigt. Die Röhre hält im Durchmeſſer 0,20 und das Gefäſs 1,20 Zoll pariſ. Decimal-Maaſs. Ein elfenbeinerner Schwimmer giebt den Nullpunkt der Barometerſcale an, und hat ſeinen Normalſtand bei 28,230″. Da nun die Grundfläche des Gefäſses 36 mal ſo viel Flächeninhalt hat, als die der Röhre, ſo iſt die Correction wegen der Veränderung des Niveaus, wenn B der Barometerſtand iſt $= \frac{B-28{,}230''}{36}$, welche Gröſse naturlich negativ iſt, wenn B kleiner als 28,230″ iſt. — Das Gefäſs hängt 27 par. Fuſs über dem mittleren Spiegel der Havel, und aus zwei-jährigen Beobachtungen habe ich, durch Zuſammenſtellung der gröſsten und kleinſten beobachteten Barometerhöhen jedes Monats, die *mittlere Barometerhöhe* bei 10° Reaum. ermittelt = 28,0606″. Wenn gleich dieſe Höhe zu groſs ſcheint, ſo hat ſie wenigſtens das Verdienſt, wirklich gefunden zu ſeyn. Der Zeitraum iſt wohl zu kurz, um ein ganz ſicheres Mittel zu erhalten. Nimmt man die von Hrn v. Buch aus den von Beguelin'ſchen Beobachtungen (Gilbert's Annal. der Phyſ. B. 67, Jahrg. 1821, St. 3 S. 295) gefundene Barometerhöhe von Berlin = 27″ 11,137‴ als ſicher an, ſo folgt daraus, bei dem durch Nivellement gefundenen Gefälle der Spree und Havel, für die mittlere Höhe meines Barometerſtandes 27,9387″ bei 0° Reaum.

Dieſe Angaben werden hoffentlich hinreichen, um die nachſtehenden Beobachtungen brauchbar zu

Digitized by Google

machen. Ich gebe sie sämmtlich uncorrigirt, wie sie beobachtet sind. Da meine Barometer Decimaltheile des Zolles angeben, so habe ich in einer besondern Spalte die Beobachtungen auf zwölf-theiliges Maafs (dem gewöhnlicheren) reducirt, beigefügt.

Zeit der Beob. Jan. Uhr	Barometerstand nach Dec.Mfs par.Zoll	nach Duodec.M.	Temp. des Queck-silbers	Freies Ther-mometer	Sauff. Hy-grom.	Wetter *)
22 Mg 10	27,776	27'' 9,31'''	5° R.	+0,6°R	71°	völlig trübe
NM 5	616	7,39	4,2	−0,3	70	NM hell, Ab. wolk
23 Mg 9	172	2,06	3,75	−0,5	69	dünn bewölkt **)
10	142	1,70	3,75	0	67	ſtark bewölkt
11	122	1,36	4	+0,5	65	völlig trübe
12	082	0,98	4	+0,2	72	} feiner Froſt-
NM 1	058	0,69	4	0	75	} ſchnee fällt
2	038	0,45	4	0	75	hat aufgehört
3	036	0,43	4	0	77	es ſchneit ſtark
4½	27,022	27 0,26	4	0	80	es ſchneit wenig
5¼	030	0,33	4	+0,2	82	trübe, ohne Schn.
11	082	0,98	4	+1	83	tr, Sterne bl. durch
24 Mg 10	414	4,96	4	+2,2	85	trübe
NM 5	27,706	27 8,47	4	+1,5	89	trübe, Regen
25 Mg 10	28,044	28 0,52	4	+2,3	80	desgl.

*) Richtung und Stärke des *Windes* waren am 22ſten W. 1; am 23ſten SOS. 1; am 24ſten W. 1, bei allen angeführten Beobachtungen, und auch noch am 25ſten Morgens W. 1.

**) Nachts war das Thermometer bis −3° R. geſunken.

Da mein Barometer hier in Potsdam nur etwa 9 Fuſs niedriger hängt, als das oben erwähnte von Beguelinſche in Berlin hing, ſo läſst ſich die geringſte Höhe allenfalls mit den Angaben vergleichen, welche Hr. Gronau in ſeinem Aufſatze „Ueber die Witterung während des achtzehnten Jahrhunderts in Berlin“ mitgetheilt hat *), und dann hätte während dieſes gan-

*) Im Magazin der Geſellſchaft naturforſchender Freunde zu Berlin, 1ſten Jahrg. (1807) 2tes Quartal S. 127 u. f.

Digitized by Google

zen Jahrhunderts das Barometer nur in den Jahren 1779, 1782 und 1783 tiefer geſtanden als in gegenwärtigem Falle *). Am 2ten Februar 1823 war der geringſte Barometerſtand hier 27,120 Dec. M. oder 27″ 1,44‴ Duodec. M. bei 8° R. Wärme.

Merkwürdig iſt noch die groſse Differenz der Barometerhöhe innerhalb des kleinen Zeitraums einiger Wochen. Während mein Barometer im ganzen vergangnen Jahre nur auf 28,614″ (Temp. des Queckſ. = 2° R.) geſtiegen war (am 11ten Nov.), ſtand es am 5ten Januar 1824 um 4 Uhr Abends auf 28,636″ (Temp. des Queckſ. = 5° R.). Dieſes giebt vom 5ten bis 23ſten Januar einen Unterſchied von 1,614″, demnach ſo viel, als ob Potsdam in Zeit von $2\frac{1}{2}$ Woche ſeine Lage über dem Meere um etwa 1511 Fuſs geändert hätte.

2. Beobachtungen von Hrn Theod. Schmiedel in Leipzig.

Folgende reducirte Barometerſtände ſind aus dem Beobachtungs-Regiſter dieſes mit guten Inſtrumenten verſehenen ſorgfältigen Beobachters entlehnt, wie ſie an den gewöhnlichen Beobachtungs-Stunden an einem Heberbarometer gemacht wurden.

Höchſter Stand am 5ten Januar 1824 um 8 Uhr Morgens 28″ 4,766‴ bei 10° R.

*) Ich weiſs es aber nicht zu vereinigen, wie S. 132 geſagt wird, daſs der niedrigſte beobachtete Barometerſtand in Berlin am 25ſten Januar 1794 mit 26″ 6‴ 0‴″ eingetreten ſey, während die Tabelle S. 131 den geringſten Stand des Jahres 27″ 0‴ 4‴″ angiebt. Seltſam iſt es, daſs in dem ganzen Aufſatze die Barometerſtände mit den Zeichen von Graden, Minuten und Secunden, oder Ruthen, Fuſsen und Zollen aufgeführt ſind.

Digitized by Google

Zeit Jan.	Uhr	Barometer bei + 10° R.	Therm. im Freien	Fiſch. Hygrom	Wind *)	Wetter
22	M 8	27″ 6,827‴	+ 1,4	46,8°	S	ſchön
	N 1	5,357	2,7	34,4	S	ſchön
	A 10	2,950	0,6	46,5	SO	trübe, Ncht-Schnee
23	M 8	26 11,011	0,3	47,5	SO	trübe, Schnee
	N 1	9,354	1,4	60,3	S	tr., geg. Abd Regen
	A 10	9,718	2,5	57,4	SW	tr., Thauwetter
24	M 8	27 0,963	2,8	57,8	SW	vermiſcht
	N 1	3,542	4,2	54,5	wsw	ebenſo
	A 10	8,429	2,6	52,8	W	trübe
25	M 8	10,604	3,0	51,7	S	heiter
	N 1	9,977	4,3	52,0	SW	heiter
	A 10	28 0,281	4,9	54,2	ssw	trübe
26	M 8	0,835	5,8	52,4	ssw	trübe

*) Am 22ſten und am 23ſten Vormittags *ſtürmiſch;* am 24ſten *ſtarker Wind;* am 25ſten und 26ſten *ſtürmiſch.*

Zwei vorzügliche von Hrn Oberbergrath Schaffrinsky in Berlin, nach Prof. Tralles Vorſchlägen verfertigte Barometer, welche in meinen Zimmern hängen, zu deren regelmäſsiger Beobachtung mir aber die Zeit gebricht, (auch wäre es für tägliche Beobachtungen zu beſchwerlich eine unten ſchwarz gefärbte Ebne an dem undurchſichtigen Vernierſtück mit dem Queckſilber in ſcheinbare Berührung zu bringen), ſtanden am 23ſten Januar um 2 Uhr Nachmittags nach unſerer gemeinſchaftlichen Beſtimmung: das *Gefäſsbarometer* mit Prince'ſcher Ebne, Skale und Spitze zur Beſtimmung des Niveau des frei heraustretenden Queckſilbers, auf 26″ 8,75‴ und das *Heberbarometer* auf 26″ 8,86‴, beide bei 6½° R. Queckſ. Wärme; welches auf 10° R. reducirt für erſteres 26″ 9‴, für letzteres 26″ 9,1‴ giebt. Da das Barometer in Potsdam von 1 bis 2 Uhr um 0,20‴ fiel, ſo ſtimmen dieſe Beobachtungen recht gut zu den vorhergehenden. Um 6 Uhr Abends war das Queckſilber im kurzen Schenkel des Heberbarometers um 0,18‴ gefallen, war alſo der reducirte Barometerſtand 26″ 9,47‴, doch iſt dieſe Beobachtung minder zuverläſſig. Das Barometer iſt alſo in Leipzig um mehr als 3 Linien tiefer als in Potsdam geſunken *).

*) Nach Hrn Schmiedel's Vergleichungen ſteht ſein Barometer um 0,8‴ höher als das auf der Sternwarte zu Halle, dem Höhen-Unterſchiede entſprechend. Nach der Monatstabelle war zu Halle der höchſte Stand 5t. Jan. 8 u. 12 Uhr 28″ 5,37‴; der niedrigſte 23ſt. Jan. 1 Uhr 26″ 9,724‴ und 2 Uhr 9,797‴ bei 10° R.

Digitized by Google

VI. *Nachtrag zu S. 29.*

1. (London d. 20 Jan. 1824.) Zu Portsmouth werden die Schiff *Fury* und *Griper* zu einer *neuen Entdeckunge-Expedition* für künftige Frühjahr ausgerüstet, um nochmals die Auffindung einer Durchfahrt nach dem westlichen Polar-Meere zu versuchen. Die Kapitäne Parry, Lyon und Franklin werden sie anführen, und sich in dem Unternehmen folgendermafsen theilen. Kapitän Parry soll mit der Fury versuchen durch des Prinz-Regents-Einfahrt, die er auf seiner zweiten Reise in der Barrows-Strafse entdeckte, nach der Nordküste des festen Landes vorzudringen; Kapitän Lyon wird mit dem Griper durch die Hudsons-Bai nach der Repulse-Bai gehn, dort sein Schiff unter Befehl des Lieutenants Bixon lafsen und über Land den Kupferminen-Flufs (wahrscheinlich dem Meeresufer folgend) zu erreichen trachten; Kapitän Franklin endlich soll gleichfalls zu Lande den *Makenzie*-Flufs bis an seine Mündung verfolgen, und dann versuchen bis nach dem Eiskap vorzudringen.

2. Kapit. Duncan, der den Londner Grönlandsfahrer *Dundee* führte, hat Scoresby's Entdeckungen an der Ostküste Grönlands im vorigen Jahre nicht blos aus eigner Ansicht bestätigt, sondern auch weiter nach Süden bis 67° Br. und 25° L. fortgesetzt, wie Hr. Edmonston, aus Balta Sund auf Schetland, in Hrn Phillips Zeitschr. Nov. meldet. Er näherte sich der Küste (seinem Gales Land) südlich von Scoresby's Kap Barclay bis auf 5 engl. Seemeil.; sie war fast ohne festes Eis und Treibeis, hatte Treibholz und einige feste Eisberge, und glich völlig dem Lande südlich von Scoresby's Sund. Die Gebirgsketten liefen auch hier NW-lich, hatten aber weniger Hörner, und waren nur an der Nordseite mit Schnee bedeckt, an der Südseite grün. Das Land schien ihm nicht unzugänglich und das Klima nicht unwirthbar zu seyn. Die Strömung ging südwestlich und betrug $1\frac{1}{2}$ engl. Seemeilen in 1 Stunde.

Verbefserung. S. 39 Z. 12 v. u. setze man *umgeben* statt *umlagert*; — S. 41 Z. 8 v. u. *Kagelsberg* statt *Kogelsberg*; — S. 61 Z. 8, *und so finden wir in den Markea* statt *ein die Marken*; — S. 68 Z. 5 v. u. streiche man weg *des Bettes*, und setze Z. 4 v. u. „von der Elbe *aus hierher* (statt *her hier*) ergossen hat."

Digitized by Google

U HALLE,

OR DR. WINCKLER.

TAG	8 M p.	WINDE TAGS	WINDE NACHTS	WITTERUNG TAGS	WITTERUNG NACHTS	UEBERSICHT. Zahl der Tage.
1	335	SW.ssw 5.4	ssw 2	tr. Rg.strm.	tr. Rg.	heiter 1
2	2	SW 4	SW 4	desgl.	desgl. strm.	schön 5
3	3	N 5.4	NO 5	ebenso	desgl. wdg	verm. 8
4	3	nnw 2.3	nnw 1	tr. wdg	tr.	trüb 7
5	4	SW 1	SW 1	vr Abrth	ht.	Nebl 6
6	3	ssw 2.1	S 1	ht. Mg. Abrth	ht.	Duft 1
7	3	S. nnw 1.2	nnw 2	sch. Mgrth	tr. Schnee	Regen 12
8	3	nnw 1	nnw 1	tr. Nbl	tr.	Graup. 1
9	3	SW 1	SW 1	vr. Abrth	ht.	Schnee 4
10	3	SW 1	SW 1	vr. Mg. Abrth	tr. Nbl	windig 8
11	3	SW.W 2	W 2	sch. Nbl Mgrth	tr. Schnee	stürm. 9
12	3	NW.SW 1 3	wsw 2	tr. Nbl Schn. wdg	vr.	Nächte
13	3	wsw 3	wsw 3	tr. Dft wdg Rg.	tr. wdg	heiter 3
14	3	vnw 5.4	wnw 1	tr. Schn. strm.	tr.	schön 3
15	3	V. wnw 2	NW 4	vr. Abrth	sch. tr. n. Schn	verm. 4
16	3	NW. nnw 2	W 1	vr. einz. Schnfl. Abr.	sch.	trüb 21
17	3	vnw 2.4	wsw 3	vr Mg Grpln Schn. st	tr. wdg	Nebl 1
18	3	V. wsw 2.4	wsw 4	tr. Rg. strm.	tr. Rg. strm.	Duft –
19	3	vsw 3	wsw 2	tr. Rg. wdg	tr.	Regen 6
20	3	sw. NW 1.2	NW 2	vr. Sprühreg.	tr. Sprühreg.	Schnee 3
21	3	W. ssw 1.2	ssw 2	tr. Nbl	tr.	windig 5
22	3	.SW 2.4	SW 3	sch. Mgrth wdg	vr. wdg.	stürm. 2
23	2	so. SW 3	SW 1	tr. Rg. wdg	vr.	
24	2	vsw 2.4	wsw 2	tr. strm.	tr.	Mgrth 7
25	3	sw. SW 3.4	SW 2	tr. Nbl Rg. strm.	tr.	Abrth 5
26	3	W 3	SW 3	tr. wdg	tr. wdg	
27	3	W 2.4	S 2	sch. Mgrth strm.	vr.	Comet 1
28	3	W. wsw 3	S 1	sch. wng Rg Abr. wd	sch.	
29	2	vsw 1	wnw 2	tr. Mgrth Rg.	tr. Rg.	
30	3	vnw. NW 2	NW 2	tr. wng Rg.	tr.	
31	3	vnw 2	wnw 2	vr.	tr.	
Med	335	west –	liche	Anzahl der Beobb. an jedem Instrum. 155		

Zeit		er
		03
		83
8	m+	30
12	m	65
2	m–	
6	m–	70
10	m+	85
		55
		0

Berechnung der absoluten Höhe von Halle über dem Meere, aus den Mittags-Beobachtungen des Monats Januar:

31 Beobb. im ganzen Mon.	Barometer	Thermomet.	Höhe
geb. d. Mittel = m =	335''',266	+ 10,91	215 Ffs,222
dav. sind 5 bei nördl. Wd	m + 2, 410	m – 1, 57	m – 177,069
– bei östlich. –			
13 bei südl. –	m – 0, 640	m + 0, 48	m + 49,130
13 bei westl. –	m – 0, 289	m + 0, 12	m + 22,590

Erklä Duft, Rg. Regen, Gw. Gewitter, Bl. Blitze, wnd. oder Wd. wind-
rgenroth, Ab. Abendroth.

Digitized by Google

o l k e n.

, mehr und minder Reg. Am 19. gleiche Decke; Nchts
ittgs in einz. Schauern und von Mittags bis 8 Abds ſcharf
oben heiter, rings ein Damm, von Mittgs ab gleiche
ebl und Nchmittgs bis Nachts, fein Sprühreg. Am 21. g
d Nebl. Am 22. früh NW am Horiz. offen, ſonſt wolk.
n NW ſchmaler Damm; Nchmittgs meiſt, Abds ganz be
Zenith etws offen. Am 23. bis Spät-Abds gleiche Decke
gs meiſt, Sterne; Nachts, früh 8 bis 12 und von ½ 1 bi
wenig Reg. Um 2 U. 39′ heute Morg., zeigte der Mon

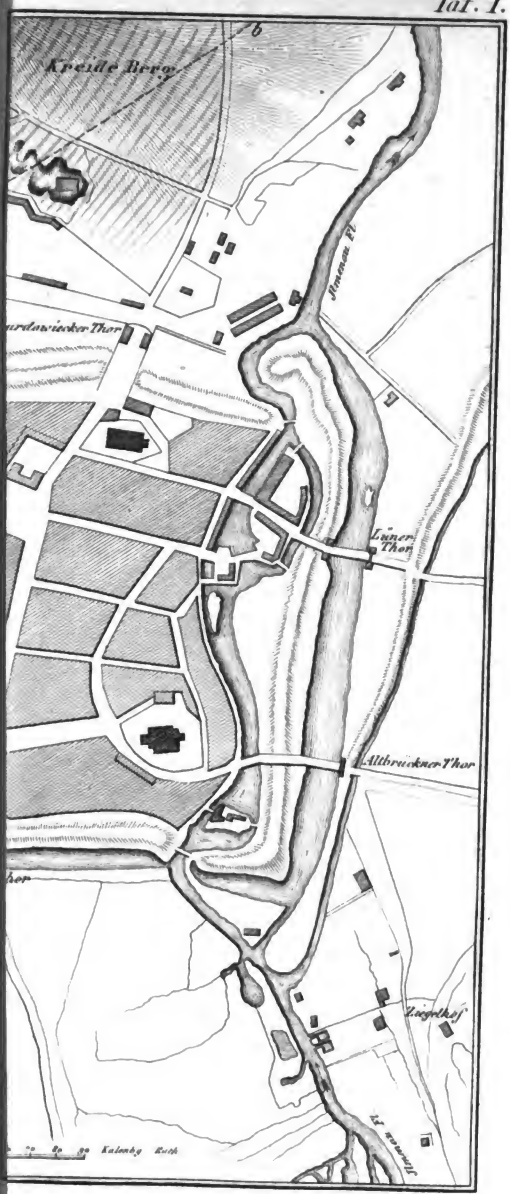
Den 24 u. 25. bis Mittgs des 25. gleiche Decke, dann
letzten Tags Vormittags etwas Reg. und Abds ſelten ein
Decke geſtattet Vormittgs der Sonne einige Blicke und iſt
Zenith etwas gebrochen. Am 27. Morg. dünne Cirr. Str
n überall, Mittgs oben heiter, unten rings Gruppen kl.
gleiche Decke, ſpäter viel Cirr. Str. Am 28. früh g
heiter und in N und SO hoch herauf Cirr. Str., Abds n
ellen, ſonſt bed. und Spät-Abds wie Mittgs. Am 29.
ten rings und hoch Cirr. Str., Vormittgs bildet ſich gleiche
von Abds 5 ab Reg. Am 30. meiſt gleich bed., nach 11
eute der Mond in ſeiner Erdferne. Am 31. früh, bis auf
littgs iſt wolk. Decke in N u. NW licht, dann oben etws ge
ſpäter wie früh. Um 4 U. 40′ Morg. hat der Neumond St

Monats: wenig Kälte, meiſt trüb, im Ganzen naſs bei w
en Winden. Ungemein tiefer Stand des Barometers und g
ben.

Gang der Inſtrumente am 23 Januar.

eter °R.	Therm. frei	Hygr. bei+10°R.	Wind		Wetter
936	+ 0,°1	68,°06	sso	5	trüb, ſeit früh ſcharf Schnee
724	0, 8	68, 60	S	5	trüb, der Schnee bis ½ 1
797	1, 3	75, 85	SW	3	trüb wenig Reg.
861	1, 3	76, 75	SW	5	trüb desgl.

Digitized by Google



LUENEBURG

...ntem Sandstein Kreide

Digitized by Google

Digitized by Google

ANNALEN DER PHYSIK.

JAHRGANG 1824, ZWEITES STÜCK.

I.

Oekonomiſch-phyſikaliſche Vergleichung der verſchiedenen gebräuchlichen Beleuchtungs-Arten,

nämlich durch Steinkohlen-Gas, Oel-Gas, Argand'ſche Oellampen, Talglichte, Wallrathlichter und Wachskerzen;

eingeſandt von

Justus Preuss, Ingen. d. Fabrik-Bauweſens in London,
vormals kaiſ. franzöſ. Forſtmeiſter, Mitgl. mehrerer deutſchen und auswärtigen gelehrten Geſellſchaften.

Einige Stellen aus dem zu London am 11ten October 1823 geſchriebenen Briefe, der dieſen belehrenden Aufſatz begleitete, mögen als Einleitung zu demſelben hier voran ſtehn. . . . „Als ich noch in Deutſchland als Forſtmann wohnte," ſchreibt mir Hr. Ingen. Preuſs, „war die Benutzung des Holzes für mich vom gröſsten Intereſſe. Ich fing an, nach dem Beiſpiele des Ingenieurs Lebon in Paris, Holz zu deſtilliren [im verſchloſſenen Raume zu verkohlen], und kam dann zufällig auf die Idee, den Prozeſs mit einigen Torfarten zu verſuchen; ſie gaben mir noch ein ſchöneres Gas als das vom Holze. Nach dem Verluſt meiner Forſt-

fielle bei Napoleon's Falle, reiſte ich nach London, wohnte dort der Erbauung der erſten groſsen Gaswerke zur Erleuchtung mit Steinkohlengas bei, und kehrte dann nach Paris zurück, wo ich ein Patent für die Gasbeleuchtung erhielt, und einer der erſten war, der das Gaslicht aus Steinkohlen in Frankreich einführte. Im Auftrage der Pairs-Kammer erbaute ich nämlich im J. 1816 einen Gasbeleuchtungs-Apparat zur Probe im Pallaſte Luxemburg zu Paris, und ſpäterhin in Frankreich noch mehrere andere Steinkohlen-Gasapparate von verſchiedener Gröſse. Daſs ich mich in der Folge von dem entſchiedenen Vorzuge des Oelgas vor dem Steinkohlengaſe zur Beleuchtung, in allen Ländern, wo Steinkohlen nicht ſo gut als faſt umſonſt zu haben ſind, zu überzeugen Gelegenheit gehabt habe, werden Sie aus meinem beiliegenden Aufſatze erſehn. — Herr Hofrath Tabor, der bei Frankfurt am Main lebt, hatte mich im Anfange des vorigen Jahres um einige Notizen über das Oelgaslicht gebeten für ſein Werk über die Gas-Beleuchtung, welches er damals im Begriffe ſtand herauszugeben, und ich hatte ihm Nachrichten von der Art, wie er ſie ſich wünſchte zugeſagt. Leider wurde ich aber von einer Zeit zur andern an der Erfüllung meines Verſprechens verhindert. Es würde mich ſehr freuen, wenn Sie mir jetzt behülflich ſeyn wollten, durch Ihre geſchätzte Zeitſchrift dieſe Lücke in meines Freundes Werk zu ergänzen . . .“

Das Buch, von welchem hier die Rede iſt, des vormaligen kurmainziſchen Hof- und Reg.Raths Hrn Tabor's zu Aſchaffenburg „Vollſtändiges Handbuch der „Gasbeleuchtungs-Kunſt nach den neueſten Erfindungen „bearbeitet, 2 Bde, mit 13 Steindr.Tafeln, Frankf. 1822“, iſt ein Werk, welches alle Empfehlung verdient. Der Verfaſſer iſt gründlich theoretiſch unterrichtet, hat ſelbſt

Digitized by Google

Verſuche mit Gasbeleuchtung gemacht, und hat alles, was vor 1822 über Gasbeleuchtung bekannt war, gewiſſenhaft benutzt, und bündig und klar dargeſtellt. Als ſein Werk, (erzählt er Th. 2 S. 553) ſchon bis auf den vorletzten Bogen abgedruckt war, erhielt er einen gemeinſchaftlichen Beſuch von Hrn Ingen. Preuſs von Paris und Hrn Taylor Erfinder der Oelgas-Beleuchtung aus London; aus dem Munde des letztern trägt er bis S. 559 mehreres über die Oelgas-Apparate nach, und hier würden ſich auch die Belehrungen anſchlieſsen, welche Hr. Preuſs in gegenwärtigem Aufſatze mittheilt. Sie ſtellen die authentiſchen Reſultate dar, der in England bis auf die neueſte Zeit im Groſsen eingeſammelten Erfahrungen zur Beurtheilung der Vortheile der verſchiedenen Arten von Beleuchtung, in dem nöthigen Detail kurz und deutlich, ſchlagen einige abſichtsvolle und irre führende, in England in das Publikum mit dem Scheine wiſſenſchaftlicher Gründlichkeit gebrachte Verſuche nieder, und gewinnen auch noch dadurch an Intereſſe, daſs die ſo eben erſchienene Theorie der Beleuchtung des Hrn Clement in Paris, die ich dieſem Aufſatze nachfolgen laſſe, die Nachrichten, Urtheilen und Anſichten des Hrn Ingen. Preuſs faſt durchaus beſtätigen.

Noch verdient hier die von Hrn Clement der Philomatiſchen Geſellſchaft in Paris vor Kurzem mitgetheilte Notiz Erwähnung, daſs Hr. Dalton zu Mancheſter eine neue Art von Kohlen-Waſſerſtoffgas aufgefunden hat, welche die doppelte Menge Kohlenſtoff als im Oel-bildenden Gas vorhanden iſt enthält, und die er *über-ölbildendes Gas* genannt hat; in gut bereitetem Oelgas iſt ſie in bedeutender Menge vorhanden.

Gilbert.

Wenn auch London nicht mit dem heiterſten Tageslichte begünſtigt iſt, ſo wird man dafür bei Abend und bei Nachtzeit dort gewiſſermaſsen ſchadlos gehalten durch die ſchönſte künſtliche Beleuchtung, deren irgend eine Stadt in der Welt ſich bis jetzt erfreuet. Beim erſten Anblicke ſcheint es ſeltſam, daſs die prächtige Gas-Beleuchtung im Groſsen, ſo wenig Fortſchritte auf dem Continente gemacht hat, indeſs wir ſie in wenig Jahren ſich über alle engliſche Staaten verbreiten ſahen. Es iſt indeſs leicht ſich zu überzeugen, daſs dieſes hauptſächlich in zwei örtlichen Urſachen ſeinen Grund hat: in Englands Reichthum an Steinkohlen, und in dem allgemein verbreiteten Baue ergiebiger Oelpflanzen auf dem Continente.

England hat in ſeinen unverſiegbaren Steinkohlen-Bergwerken eine der Haupt-Quellen ſeines Reichthums, und die Benutzung derſelben knüpft ſich ſo innig an das Intereſſe der ganzen Nation, daſs eine jede neue Entdeckung, welche eine noch ausgedehntere Anwendung der Steinkohlen herbei führt, ſich allgemeinen Beifall zu verſprechen hat; ganz beſonders wenn eine ſolche Entdeckung dazu beitragen kann, England von ſeinen Nachbarn unabhängiger zu machen. Ehemals muſste dieſes Land jährlich groſse Mengen auswärtiger vegetabiliſcher Oele kaufen; dieſes war Grund genug, daſs, ſelbſt wenn die fremden Oele ein beſſeres und wohlfeileres Licht gegeben hätten als das neue inländiſche Surrogat zu verſprechen ſchien, in England doch letzteres den Vorzug erlangt haben würde.

Faſt auf dem ganzen Continente, und beſonders in Frankreich, finden durchaus verſchiedene Umſtän-

Digitized by Google

de ſtatt. Beinahe in allen Provinzen werden Oelſamen reichlich und mit Vortheil gebauet; dagegen ſind Steinkohlen-Bergwerke in den mehrſten Theilen Frankreichs Seltenheiten, und ſelbſt von den Provinzen welche Steinkohlenlager enthalten liefern nur einige wenige zur Gasbeleuchtung taugliche Kohlen-Arten. So wenig Gaslicht auch noch in Frankreich gebraucht wird, ſo zieht man doch ſchon jetzt dort den gröſseren Theil der für das Fabrikweſen unentbehrlichen Steinkohlen aus Flandern, und es wäre zu fürchten, daſs hier, wie in manchen Gegenden Deutſchlands, wenn man Gaslicht aus Steinkohlen im Groſsen einführte, der Preis deſſelben plötzlich bedeutend erhöhet werden könnte, wenn der benachbarte Staat, der die Steinkohlen liefert, es für gut finden ſollte einen hohen Ausgangs-Zoll auf ſie zu legen.

Ich habe vor einiger Zeit eine Reihe ſehr genauer Verſuche und Berechnungen angeſtellt, um die folgenden wichtigen Punkte zu erörtern: *erſtens*, welches iſt die wohlfeilſte Beleuchtungsart? *zweitens*, welche iſt mit der Geſundheit am verträglichſten? *drittens*, welche iſt die ſchönſte? und *viertens*, welche iſt die paſſendſte Art für die örtlichen Umſtände Deutſchlands und Frankreichs? Es hat mir ein beſonderes Vergnügen gewährt zu finden, daſs alle dieſe Vortheile ſich in einer und derſelben Beleuchtungs-Art zugleich vereinigt finden. Ueber Lampen- und Kerzen-Licht beſitzen wir ſchon manche ſchätzbare Beobachtungen; ich werde daher meine Verſuche mit dieſen nur ſummariſch hier anführen, und mich um ſo weitläufiger über die in Deutſchland und Frankreich in ökonomi-

Digitized by Google

ſcher Hinſicht weniger bekannte Beleuchtungsart durch Steinkohlengas und Oelgas auslaſſen.

Es iſt eine allgemein anerkannte Erfahrung, daſs phyſikaliſch-chemiſche Operationen, auf Fabrikweſen angewandt, im Kleinen Reſultate geben, welche nicht in geradem Verhältniſſe ſtehen mit denen, die man im Groſsen erhält, vorzüglich nicht in ökonomiſcher Hinſicht; und bei der Gas-Beleuchtung iſt dieſes ganz beſonders der Fall. Man hat es in England ſich ſehr angelegen ſeyn laſſen, die vortheilhafteſte Bereitungsart des Gas zum Beleuchten auszumitteln; ſehr mannigfaltig ſind die Verſuche, die man im Groſsen angeſtellt, und ungeheuer die Opfer, die man dabei gebracht hat; Millionen ſind ausgegeben worden, wenn auch nicht auf eine unnütze, doch auf eine nicht productive Weiſe, indem ſie blos zu der Entſcheidung führten, daſs dieſer oder jener, der Theorie nach vortheilhaft ſcheinende Plan, in der Praxis nicht anwendbar ſey.

1. Steinkohlen-Gas.

Um den Preis auszumitteln, für welchen man *Steinkohlen-Gas* zum Beleuchten im Groſsen fabriziren kann, und mit Sicherheit über die Intereſſen, welche man ſich von Unternehmungen dieſer Art verſprechen darf, Auskunft zu geben, habe ich meine Data von groſsen, zweckmäſsig eingerichteten Anlagen zur Beleuchtung mit Steinkohlengas genommen. Und zwar von ſolchen, die nicht etwa durch unvortheilhafte Verſuche ihren Capitalfond vergröſsert und eben dadurch ihre Procente verringert hatten, ſondern wel-

Digitized by Google

che die durch Andre erkauften Erfahrungen unentgeltlich benutzt haben, ſo wie ich es ſelbſt thun würde wenn ich gegenwärtig einen neuen Apparat zu bauen hätte. Hier theile ich die ſummariſchen Reſultate von *vier* ſolchen Documenten mit, deren drei authentiſch gedruckt und publizirt ſind, und von denen das vierte mir von einem der Geſchäfts-Verwalter (Geranten) der Gasbeleuchtungs-Anſtalt in Oxford mitgetheilt worden iſt, deſſen Angaben vollkommenes Zutrauen verdienen.

I. Auszug aus der von dem Verwaltungs-Ausſchuſſe, den Actien-Inhabern der Steinkohlen-Gas- und Koak-Compagnie zu *Glasgow* (in Schottland) vorgelegten Rechnung über eine 9-monatliche Verwaltung vom 1ſten September 1818 an, wo die Anſtalt zuerſt anfing zu beleuchten, bis zum 1ſten Juni 1819.

	Pf.St.	S.	D.
Ankauf von 5731 Quadr.Yards (à 9 Q.Schuh) Land für	1503	13	10
Leichte Gebäude, und Apparate von 50 Retorten und 4 Gas-Behältern, jeden von 25000 Cubikfuſs Capacität, ſammt Neben-Unkoſten	26743	15	0
36 engl. Meilen *) Hauptröhren und 800 Yards Nebenröhren fertig gelegt für	22019	0	9
Kapital-Anlage	50266	9	7

*) Jede von 1760 Yards, den Yard zu 3 engl. Fuſsen gerechnet.

Digitized by Google

Laufende Ausgaben:	Pf.St.	S.	D.
2194¾ Tonnen *) Steinkohlen, zu 16 Sh. 8 D. die Tonne,	1828	10	11
Gas-Reinigungs-Koſten	131	5	9
Ausbeſſerungs- und Unterhaltungs-Koſten	40	12	0
Arbeitslohn	900	0	0
Verwaltungs-Koſten	65	18	5
Diverſe Ausgaben (Lutum für die Retorten)	7	13	0
Summe der Ausgaben	2974	0	1
Einnahme:			
Verkauftes Gas	4828	13	8
Verkaufte Koak (oder geläuterte Kohlen)	83	10	0
Neben-Einnahme (als Intereſſe aufgeführt)	68	3	7
Summe der Einnahme	4980	7	3
Bleibt reiner Ertrag	2006	7	2

(Das iſt 4 Procent vom Capital.)

II. Auszug aus der über dieſelbe Anſtalt abgelegten Jahrs-Rechnung vom 1ſten Juni 1819 bis zum 1ſten Juni 1820.

3880¾ Tonnen Steinkohlen, zu 16 Sh. 8 Den.	3233	18	0
Gas-Reinigungs-Koſten	376	19	2
Unterhaltungs- und Ausbeſſerungs-Koſten	535	14	1
Arbeitslohn	1553	12	9
Verwaltungs-Koſten	749	3	7
Diverſe Ausgaben als Taxen, Intereſſen, Lutum etc.	496	9	6
Summe der Ausgabe	6945	17	1

*) Die Tonne Steinkohlen zu 2240 engl. Pfund gerechnet.

Digitized by Google

Einnahme :	Pf.St.	S.	D.
Verkauftes Gas	10244	12	3
Verkaufte Koak	298	18	6
Theer und ammoniakalische Flüssigkeit für	51	0	0
Ausgebrannte Retorten verkauft für	14	7	6
Empfangene Hausmiethe von Kirkstreet	130	14	2
Summe der Einnahme	10739	12	5
Ueberschuss	3793	15	4

(Macht 7½ Procent.)

Der Verwaltungs-Ausschuss merkt an, dass Ausbesserungs- und Unterhaltungs-Kosten bis dahin sehr gering gewesen sind, weil die Apparate neu waren, dass man aber für sie viel grösserer Ausgaben gewärtig seyn müsse, indem man aus Erfahrung wisse, dass diese Kosten in andern Anstalten sich im Durchschnitte jährlich bei den Röhren auf 2½ pr. Cent vom kostenden Ankaufspreise sammt Legelohn, und bei den Gasometern und übrigen Apparaten auf 10 pr. Cent jährlich vom kostenden Preise belaufen. Die Compagnie war selbst, zu Folge eines Parlaments-Beschlusses, gehalten, von dem zuerst eingenommenen reinem Ertrage eine Summe von 2000 bis 3000 Pf. Sterl. zurückzulegen, um auf diese successive Degradation vorbereitet zu seyn; weshalb auch der Verwaltungs-Ausschuss den Actien-Inhabern die zuvor angemerkten 4 Procent und 7½ Procent Gewinn nicht wirklich ausbezahlt hat.

Folgen die Namen der unterzeichneten Mitglieder des Verwaltungs-Ausschusses.

III. Auszug aus der von dem Verwaltungs-Ausschusse der Kohlengas- und Koak-Compagnie von *Li-*

Digitized by Google

verpool an die Intereſſenten abgelegten Rechnung, über ihre Verwaltung vom 31ſten December 1819 bis zum 31ſten December 1820.

	Pf.St.	S.	D.
Kapital-Anlage für die ganze Anſtalt	50657	0	0
Laufende Ausgaben:			
Für Steinkohlen	3164	6	5
Gas-Reinigungs-Koſten	143	17	10
Reparatur- und Unterhaltungs-Koſten	1127	11	5
Arbeitslohn	1021	16	4
Verwaltungs-Koſten	755	0	0
Diverſe Ausgaben	864	19	½
Summe der Ausgaben	7077	11	½
Einnahme:			
Für verkauftes Gas	9858	9	4½
verkauftes Koak	1014	6	6½
verkauftes Theer	411	6	2
verkauftes Ammoniak	11	5	0
Summe der Einnahme	11295	7	1
Ueberſchuſs	4217	16	½

(Gewinn und wirklich bezahlte Intereſſen 8½ Procent.)

Unterzeichnet *Wm. Wardell* — *Thomas Amos.*

IV. Steinkohlengas- und Koak-Compagnie der Stadt *Oxford.* Jahr 1822.

Angelegte Kapitalien in runden Summen	Pf.St.
Für ſchöne ſtattliche Gebäude	10000
Für Apparate mit 36 Retorten und 3 Gas-Behältern	7000
Für Röhren	5000
Summe	22000

Digitized by Google

Laufende Ausgaben:	Pf.St.	S.	D.
479½ Tonnen Steinkohlen aus Staffort Shire, zu 1 Pf.	479	10	
18416 Bufhel Koak (32 Pfd fchwer) zum Heitzen, betragend ⅝ aller durch die Deftillation produzirten Koak's, den Bufhel zu 6 Deniers	460	8	
5 Arbeiter, deren jeder wöchentlich erhält 1 Pf. 1 Sh.	273		
Befoldung des (fehr einfichtsvollen und induftriöfen) Infpectors	277		
Diverfe Ausgaben	879	14	—
Summe der Ausgaben	2369	12	
Einnahme:			
Von 1000 kleinen Argand'fchen Lampen, von denen jede 4 K. Fufs Gas in 1 Stunde verbrennt, und jährlich 3 Pf. 3 Sh. einbringt	3150		
Von 27624 Bufhel produzirten Koak's (⅓ verkauft und ⅔ zu Heitzung der Retorten verwendet) à 6 Den.	690	12	
Von verkauftem Theer	22		
Gewinn auf die Beforgung des Anlegens der Röhren in Privathäufern	200		
Gewinn auf eine eigne Kalk-Brennerei, welche überdem die Gasläuterungs-Koften unentgeltlich mit beftreitet	7		
Summe der Einnahme	4069	12	—
Alfo Gewinn	1700		

(Giebt 7,727 Procent Intereffen.)

2. Oel-Gas.

Ich habe Gelegenheit gehabt 13 verfchiedene Oelgas-Apparate zu fehn, von fehr verfchiedener Capazität, von 10 Argand'fchen Lampen bis 1200, welche insgefammt von den Herren Taylor und Marti-

neau in London gebauet waren. Die Hrn Taylor sind die Erfinder der Oelgas-Beleuchtung, und haben ein *Patent* für die Erbauung der Apparate bekommen; ihnen hat sich später Hr. Martineau zugesellt. Diese geschickten und einsichtsvollen Ingenieure haben ihre Apparate zu einer solchen Vollkommenheit gebracht, dass jeder, der eine ihrer zahlreichen Anlagen besucht, für diese Beleuchtungs-Weise eingenommen wird. Die Einfachheit und meisterhafte Ausführung des Apparats, die Leichtigkeit womit er sich füllen und womit sich damit arbeiten lässt, die Reinlichkeit der Lokale, und die Reinheit der Luft in denselben selbst dicht neben den Retorten, (so dass die nächsten Nachbarn auch nicht im Geringsten durch die Anlage belästigt werden), erregen sogleich die günstigste Meinung von denselben. Ich habe mit mehreren Eigenthümern solcher Apparate gesprochen, und auch nicht Einen gefunden, der nicht mit innigem Vergnügen seine vollkommene Zufriedenheit mit demselben bezeugt hätte. Diese Umstände, verbunden mit der Wohlfeilheit des unvergleichlich schönen Lichtes, und mit vollkommener Unschädlichkeit desselben für die Gesundheit, haben die Beleuchtung mit Oelgas beliebt gemacht und sehr verbreitet. Man zieht es ziemlich allgemein dem Steinkohlengas vor, und es fängt an mit diesem in eine Concurrenz zu treten, welche den Steinkohlengas-Compagnien sehr gefährlich zu werden droht. Gegenwärtig sind die HH. Taylor und Martineau mit dem Bauen dreier sehr grosser Apparate beschäftigt, welche sie beinahe beendigt haben; diese sind für die Beleuchtung der Städte *Dublin*, *Liverpool* und *Bristol* bestellt, welche alle drei bisher mit Steinkohlengas beleuchtet wurden,

Digitized by Google

und bekanntlich grofse Steinkohlen-Bergwerke in ihrer Nachbarschaft haben. Mehrere andere Städte sind von ihnen bereits mit Oelgas beleuchtet: seit ganz Kurzem *Plymouth*, *Taunton*, *Cambrigde* und *Leith* in Schottland, und schon seit einiger Zeit die Städte *Hull*, *Norwich*, *Colchester;* auch beleuchten sie mit ihren Oelgas-Apparaten die Ortschaften *Bow* und *Bromley* nebst den umliegenden Gegenden, und die *Heerstrasse* von White Chapel bei London. Die Regierung hat ihnen neuerlich ihre Zufriedenheit bezeugt über einen Apparat von 400 Argand'schen Lampen, welchen sie für die königl. *Briefpost* in London gebauet haben; dieser Apparat steht dicht neben dem Postbureau, in einem kleinen Hofe mitten in dem gedrängt-bevölkertsten Theile der Stadt, ohne irgend jemand zu belästigen. So sind auch ihre Apparate angebracht, welche das früher gebrauchte Steinkohlengas aus den *Theatern Coventgarden* und *Coburg* verdrängt haben; desgleichen ihre Apparate in der *London-Institution*, in der *Apotheker-Halle*, im *London-Hospitale* etc. Ihrer vielen Apparate nicht zu gedenken, welche seit 6 Jahren *Schlösser*, *Privathäuser* und *Fabriken* aller Art und Gröfse beleuchten, nicht nur in England, sondern auch in den entferntesten Weltgegenden, als in *Amerika*, *Rufsland*, *Indien* u. s. w.

Folgende Nachrichten haben mir die Herren Taylor und Martineau selbst mitgetheilt, und ich habe sie durch tägliche Erfahrung genau bestätigt gefunden:

1. Ein Gallon Oel (thierisches oder vegetabilisches macht keinen sonderlichen Unterschied), ungefähr 7½ engl. Pfunde wiegend und einen Raum von

231 engl. Kub. Zoll einnehmend, giebt in ihren Apparaten 100 bis 110 engl. Kub. Fuſs Oelgas.

2. Ein Kubik-Fuſs dieſes Gas giebt, gehörig verbrannt, ſo viel Licht als 3½ bis 4 Kubik-Fuſs Steinkohlen-Gas.

3. Eine ihrer kleineren Argand'ſchen Lampen oder Brenn-Mündungen, welche 1¼ Kub. Fuſs Oelgas in 1 Stunde verbrennt, giebt ſo viel Licht als 10 Talglichter, 6 auf das Pfund, welche gleichzeitig brennen.

4. Dieſe Reſultate erhält man mit den geringſten und wohlfeilſten Oelen, die man ſich im Handel verſchaffen kann, und dieſe ſchlechten Oele, wenn man ſie in der HH. Taylor u. Martineau Apparaten in Gas verwandelt und dann in ihren Lampen verbrennt, geben mehr Licht als gleiche Gewichte der beſten geläuterten Oele beim Verbrennen in Argand'ſchen Oel-Lampen.

Da dieſes mir ein Paradoxon ſchien, habe ich ſelbſt darüber zahlreiche Verſuche angeſtellt. Sie fielen alle ſehr günſtig für das Gas aus, und zwar in verſchiedenem Verhältniſſe mit verſchiedenen Argand'ſchen Oel-Lampen; und ich habe mich durch dieſe meine Verſuche überzeugt, daſs „100 Gran ſchlechten „Thrans in Gas verwandelt, wenigſtens ſo viel Licht „geben als 130 Gran des beſten geläuterten Rüböls, „welches in Argand'ſchen Oellampen verbrannt wird.“ Doch iſt das Verhältniſs 130 ein Minimum und nicht der Durchſchnitt, denn mehrere Verſuche gaben mir ein Licht dem von 150 und ſogar von 200 Gran in Arg. Oellampen gleich. Ja ich habe einen Fall erlebt, der ſo auffallend war, daſs ich es nicht wagen würde ihn zu erwähnen, hätte ich nicht das Vergnügen ge-

Digitized by Google

habt eben diesen Versuch gemeinschaftlich mit einem meiner Freunde, einem verdienstvollen Professor der Chemie von Paris, zu machen, der dazu eine neue, in Paris verfertigte Argand'sche Astral-Lampe ganz besonders mitgebracht hatte. Wir regulirten sie so, dass sie möglichst hell, ohne Rauch, und dem Anscheine nach recht vortheilhaft brannte, und nun verzehrte diese Lampe 517 Gran Oel, indess wir um eine gleiche Menge und Intensität von Licht mittelst Oelgas zu erhalten, von diesem nur so viel zu verbrennen brauchten als aus 100 Gran Oel erhalten wird. Wir haben hierbei sorgfältig die Intensität des Lichtes nach dem Quadrate der Entfernung der Schatten berechnet, und die Menge des verbrauchten Gas nach einem Gasometer gemessen, der $\frac{1}{200}$ eines Kubik-Fusses noch sehr deutlich anzeigte.

Es erhellet aus diesen Versuchen, dass Argand'sche Lampen zwar nächst der Beleuchtung durch Gas das gleichförmigste Licht geben, doch in ökonomischer Rücksicht sehr unsichere Resultate gewähren, und das Interesse des Publikums durch sie gewissermassen dem Zufalle Preis gegeben ist.

Aus mehreren Reihen von mir angestellter photometrischer Versuche, deren Detail ich bekannt zu machen denke sobald die Zeit mir erlaubt haben wird sie noch ein paar Mal zu wiederholen, glaube ich folgende nicht uninteressante Resultate ziehen zu dürfen. „Die Lichtquanta von einer und derselben bestimmten Intensität, welche verbreitet werden durch „das Verbrennen eines bestimmten Gewichtes nachbenannter Licht-Materialien, stehen zu einander in folgendem Verhältnisse:

Oel das in Gas verwandelt worden ist	1,000
Oel in Argand'schen Lampen verbrannt	0,769
Kerzen oder Lichter 6 Stück auf das Pfund	
von Spermaceti (Wallrath)	0,493
von Wachs	0,465
von Talg	0,404

Das *Oelgas* zu diesen Versuchen hatte, bei einem Stande des Thermometers auf 74° F. und des Barometers auf 29½ engl. Zoll, eine specifische Schwere von 0,96579, die der atmosphärischen Luft zu 1 angenommen *). Es wurde aus einem der gröfseren von Taylor's und Martineau's Gaswerken hergeleitet, und in Argand'schen Lampen von ihrer Fabrik verbrannt. Die *Argand'schen Oellampen* waren von den besten, die ich mir verschaffen konnte, ohne jedoch nach Hrn Carcel's sinnreicher Bauart eingerichtet zu seyn, womit ich nächstens auch Versuche zu machen denke. Ich erwähne diese drei Umstände, weil die Art und Weise wie das Gas bereitet wird, so wie die Einrichtung der zum Verbrennen dienenden Gas- und Oel-Lampen, mit der gröfsten Sorgfalt berückfichtigt werden müssen, wenn man möglichst viel Licht um einen möglichst geringen Preis sich verschaffen will. Denn ich habe Gas-Apparate gesehen, welche nur 80, ja einige, welche sogar nur einige 50 Kub. Fufs Gas vom Gallon Oel erzeugten, ohne dafs 1 Kub. Fufs dieses Gas merklich mehr Licht, als 1 Kub. Fufs von Taylor's Gas gegeben hätte, deren man 100 bis 110 vom Gallon erhält. Die Umstände, welche Taylor's

*) Das specifische Gewicht des Steinkohlengas habe ich gefunden von 0,42455.

Digitized by Google

und Martineau's Apparaten dieſen Vorzug geben, ſind an ſich ganz einfach und die Früchte ihrer langjährigen Erfahrung, welche ſich bei der groſsen Anzahl von Apparaten, die ſie gebaut haben, nach und nach ergaben. Sie lieſsen ſich keine Mühe verdrieſsen ſo lange zu verbeſſern, als noch etwas zu wünſchen übrig blieb, bis ſie vor etwa zwei Jahren ihre Apparate auf den Punkt ihrer jetzigen Vollkommenheit gebracht haben.

Welchen groſsen Einfluſs die Art das Gas zu verbrennen auf das Licht hat, davon ſind mir bei meinen Verſuchen merkwürdige Fälle vorgekommen, wo ich etwa nur den hunderten Theil der gewöhnlichen Licht-Intenſität erhielt, indeſs in gleicher Zeit doch eben ſo viel Oel-Gas oder Steinkohlen-Gas und atmoſphäriſche Luft zuſtrömten als gewöhnlich, und auch vollkommene Verbrennung Statt fand. Dieſe auffallende Erſcheinung rührte blos von veränderter Form der Lampe und des über der Flamme befindlichen Glaſes her, und ſchien mir auf phyſikaliſchen, vielleicht auch auf mechaniſchen Grundſätzen zu beruhen, wie die nähern Umſtände zeigen werden, die ich, um nicht gar zu weitläufig zu werden, für einen künftigen Aufſatz aufſpare, indem ich mich hier begnüge nur anzumerken, wie auſserordentlich die Lichtmaſſe, welche von einer beſtimmten Menge Oels oder Gaſes zu erhalten iſt, von den Umſtänden des Verbrennens, und von der Einrichtung der Gas-Lampen abhängt.

Noch muſs ich erwähnen, daſs ich bei den mit dem Gaslicht zu vergleichenden Oellampen- und Kerzen-Lichte jedesmal den Augenblick aufzufaſſen bemüht geweſen bin, wo ihr Leucht-Vermögen das Ma-

ximum erreicht hatte. Dieſes ſchien mir billig zu ſeyn, weil eine Gas-Lampe ſo lange ſie brennt das Maximum der Licht-Intenſität, auf die man ſie Anfangs regulirt hat, unverändert zu geben fortfährt, indeſs man in dem gemeinen Leben im Durchſchnitte von Oellampen und Kerzen nur etwa ¾ jenes Maximums wirklich erhält; denn es würde eine ermüdende Aufmerkſamkeit dazu gehören, ſie fortwährend bei dieſer Intenſität zu erhalten, indem zu dem Ende ein Talglicht wenigſtens alle 5 Minuten müſste geputzt werden, ein Spermaceti- und Wachs-Licht alle 10 Minuten, und eine Argand-ſche Lampe alle halbe Stunden. Wartet man damit länger, ſo vermindert ſich ihre Helligkeit merklich durch die fortſchreitende Verkohlung der Dochte, und durch das tiefere Stehen des Niveau der Flüſſigkeit unter die Spitze des Dochtes.

Ich laſſe nun, als ein Gegenſtück zu den vorhin mitgetheilten Berechnungen über das Steinkohlen-Licht, eine Berechnung folgen der Anſchaffungs-Koſten oder des erforderlichen Kapitals, der jährlichen Unkoſten, und des jährlichen Ertrags eines Oelgas-Apparats, wie die Herren Taylor und Martineau ſolche hier zu Lande fertig aufbauen und garantiren. Der Oelgas-Apparat, worauf ſich dieſe Berechnung bezieht, vermag 2278 Argand'ſche Lampen mit Gas zu verſehen, deren jede an Intenſität des Lichtes gleich iſt der einer Argand'ſchen Steinkohlengas-Lampe, welche 5 bis 6 Kub.Fuſs Steinkohlengas in jeder Stunde verbrennt, und täglich vom Dunkelwerden an bis 9 Uhr Abends (wir wollen zum Durchſchnitte annehmen 3 Stunden täglich das ganze Jahr hindurch von 313 Werktagen) brennt:

Digitized by Google

Kapital-Anlage.	Pf.St.	Sh
Erforderliche Apparate mit 2 Gasometern und ihren gufs-eisernen Waffer-Ciſternen	2800	
40000 Fufs Röhren von verſchiedenem Durchmeſſer, durch die Straſsen fertig gelegt, und das Steinpflaſter wieder hergeſtellt	3666	
6000 Qu.Fufs Land, muthmafslich angeſchlagen zu	500	
Schöne anſehnliche Gebäude angeſchlagen zu	2000	
Summe	8966	—
Jährliche Ausgaben:		
Ein Arbeiter 36 Sh., und ſein Gehülfe 12 Sh. die Woche	124	16
Ein Aufſeher	200	
Erhebungs-Gebühren	200	
Unterhaltungs- und Ausbeſſerungs-Koſten auf das Maximum angeſchlagen zu 10 Procent auf die Apparate und 2½ Procent auf die Röhren	362	10
	887	6
Unvorhergeſehene Ausgaben	400	
32086 Gallons Oel a 2 Shilling	3208	12
Summe der Ausgaben	4495	18
Einnahme:		
3208563 Kub. Fufs Oelgas zu dem gewöhnlichen Preiſe verkauft, 1000 Kub. Fufs zu 50 Shill., werfen ab 8021 Pf., wovon 6 Proc. Disconto mit 481 Pf. abgehn, alſo Netto-Ertrag bleibt	7540	
Bleibt Gewinn	3044	2

(Beträgt 33,954 Procent Intereſſen.)

Ich hätte gewünſcht Rechnungs-Auszüge von einigen Oelgas-Compagnien beibringen zu können, allein die früheren Anlagen dieſer Art ſind in den Händen weniger Privat-Eigenthümer, welche ihren Gewinn nicht öffentlich bekannt machen, und die neueren haben noch nicht lange genug beleuchtet um eine Jahr-Rechnung abzulegen.

Digitized by Google

3.

Vergleichende Ueberficht des Refultats der 5 befchriebenen Apparate zur Beleuchtung mit Steinkohlen- und mit Oel-Gas.

A. Vorläufige Bemerkungen.

Um eine Vergleichung anftellen zu können zwifchen den Refultaten der 5 bis jetzt zergliederten Anftalten, werde ich nun berechnen was 1000 Kub.Fufs Steinkohlen-Gas in jeder der 4 erften Anftalten koften, was fie eintragen, und wie viel Kapital-Anlage fie verurfacht haben; und bei der Oelgas-Anftalt werde ich daffelbe für 250 a 286 Kub.Fufs Oelgas berechnen, weil diefe, wie wir gefehn haben, ein Aequivalent find für 1000 Kub.Fufs Steinkohlengas.

1. Die Steinkohlengas-Compagnie in *Glasgow* verkauft ihr Gas um 3 Pf. 19 Sh. für jede Argand'fche Lampe No. 3, die dafür das Jahr von 313 Tagen hindurch, vom Dunkelwerden bis 9 Uhr Abends brennt. Nach dem Durchfchnitt von 3 Stunden für den Tag, und 5 K.F. Gas für die Stunde gerechnet, fetzt diefes für jede Lampe (die 3,19 Pf. jährl. koftet) einen Verbrauch von 4695 K.F. Gas jährlich voraus; giebt für 1000 K.F. Gas einen Verkaufspreis von 16 Sh. $9\frac{3}{4}$ Den. Die Anftalt bewilligt bedeutenden Rabat auf grofse Confumtionen, welchen man wegen der zahlreichen grofsen Fabriken die fie zu verfehn hat zu 20 Procent auf den ganzen Verkauf anfchlagen kann, wodurch der Nettopreis von 1000 Kub.Fufs auf 13 Sh. $5\frac{4}{15}$ Den. = 13,450 Sh. reducirt wird.

Nun hat aber die Compagnie für eine 9-monatliche Beleuchtung 4828 Pf. 13 Sh. 8 Den. eingenommen, welches einen Verkauf vorausfetzt von 7180200 Kub.

Digitized by Google

Fuſs, zu 13,450 Sh., in 9 Monaten, oder von 9573600 Kub. Fuſs das Jahr hindurch.

Da das in dieſer Anſtalt angelegte Kapital 50266 Pf. 9 Sh. 7 Den. beträgt, und hier im Jahre 9573600 Kub. Fuſs Kohlengas producirt werden, ſo ergiebt ſich hieraus, daſs eine jährliche Production von 1000 Kub. Fuſs nach dieſem Maaſsſtabe eine Kapital-Anlage von 105 Schillingen erfordert habe, daſs ſie ferner zu ſtehen komme an Steinkohlen auf 5 Sh. (16 Sh. 8 D. per Tonne), ferner an Arbeitslohn 2 Sh. 6 D. (aber nur auf 7180200 K. F. berechnet) u. ſ. w., wie es die unter *B* folgende Tabelle ausweiſt.

2. Die *Liverpool*-Compagnie verkauft ihr Gas um 3 Pf. 18 Sh. die Argand'ſche Lampe von 5 K.F. Gas-Verbrauch in 1 Stunde, nach dem was ſo eben für Glasgow erörtert iſt; macht 16 Sh. 7 D. per 1000 K.F. Da die Anſtalt aber den Abonnenten das nach 9 Uhr Abends verbrauchte Gas wohlfeiler als das vor 9 Uhr verbrannte abläſst, ſo iſt der wahre Preis auf 15 Sh. für 1000 K.F. zu reduciren; und auch davon ſind noch 6 Procent im Durchſchnitte abzurechnen, denn die Anſtalt bewilligt den Conſumenten $2\frac{1}{2}$ bis $12\frac{1}{2}$ Proc. Rabatt, je nachdem ihr Jahr-Abonnement bedeutend iſt. Dadurch wird der Netto-Preis auf 14 Sh. $1\frac{3}{10}$ D. oder 14,100 Sh. reducirt, und hiernach ſetzen 9858 Pf. 9 Sh. a 14,100 Shill. per 1000 K.F. eine Menge von 13983647 Kub.F. Gas voraus.

3. Die Kohlengas-Compagnie zu *Oxford* läſst ſich 3 Pf. 3 Sh. für eine kleine Argand'ſche Lampe bezahlen, welche 4 Kub. Fuſs in der Stunde verbrennt, für 313 Tage bis 9 Uhr Abends, welches 3756 K. F. per Lampe im Jahre macht, ſo daſs die 1009 Abonne-

Digitized by Google

ments-Lampen dieſer Compagnie in Conſumtion 859 gewöhnlichen Londn. Lampen von 5 K. F. gleich ſind.

4. Die *Oelgas-Compagnie* von White Chapel Road bei *London* verkauft ihr Gas nach dem Gaſometer um 50 Sh. (2 Pf. 10 Sh.) jede 1000 K.F., welche ungefähr ſo viel Licht als 4000 K.F. Steinkohlengas geben, und bewilligt darauf 5 Procent Disconto. Ich habe

B. Vergleichende Ueber

der fünf zuvor beſchriebenen Anſtalten zur Beleuchtung nehmen, des Kapitals welches ſie erfordern, der laufenden trags; jeden Artikel *pro rata* auf 1000 Kub.Fuſs Steinkoh 250 à 286 Kub.Fuſs

Nach dem Durchſchnitt von einem Jahr erforderte die Production von je 1000 Kub. Fuſs Steinkohlen-Gas	in den Apparaten der Stein	
	Glasgow von 2036 Arg. Lampen,	Glasgow von 3241 Arg. Lampen,
	$18\frac{18}{19}$	$18\frac{12}{16}$
I. *an Erdoberfläche* Quadratſchuh	5,391	3,387
II. *an Kapital-Auslage*	Shill.u.Dec.th.	Shillinge etc.
1) für Landankauf	3,141	
2) Gebäude	55,870	65,993
3) Apparate		
4) Röhren	46,000	
Summe	105,011	65,993

Digitized by Google

dieſen Preis zum Grunde gelegt, obgleich man in den Provinzial-Städten das Oelgas theurer verkauft, in Colcheſter z. B. um 65 Shill., und in der Berechnung durchgehends die kleineren Vortheile, die mit dem Oelgas verbunden ſind, aus der Acht gelaſſen, da es durch ſeine charakteriſtiſchen Hauptvorzüge den andern Leucht-Materialien ſchon überlegen genug iſt.

ſicht der Reſultate,

mit Gaslicht, hinſichtlich des Raumes welchen ſie ein- Ausgaben welche ſie verurſachen, und ihres jährlichen Erlengas, und für den Oelgas-Apparat auf ein Aequivalent von Oelgas berechnet.

kohlen-Gas-Compagnieen zu		im Durchſchnitt dieſer 4, ein Apparat von 2278 Arg. Lampen,	Taylor's Oelgas-Appar. von 2278 Arg. Lampen, nur auf das Minimum berechnet gleich 1069210 K.F St. Kohlengas
Liverpool von 2975 Arg. Lampen,	Oxford von 859 Arg. Lampen,		
1820	1822	im Jahr 1820	
?	?	4,389	0,560
Shillinge	Shillinge	Shillinge	Shillinge
72,452	53,248	90,151	0,935
	37,274		3,740
	26,624		5,236
			6,856
72,452	117,146	90,151	16,767

Digitized by Google

Nach dem Durchſchnitte von einem Jahr veranlaſste die Production von je 1000 Kub. Fuſs Steinkohlen-Gas an:	in den Apparaten der Stein	
	Glasgow von 2036 Arg. Lampen,	Glasgow von 3241 Arg. Lampen,
	$18\frac{19}{19}$	$18\frac{19}{20}$
III. *Jährlichen Ausgaben:*	Shill.u.Dec.th.	Shillinge etc.
1) für St.Kohlen zur Deſtillation	5,093	4,246
2) desgl. zum Heitzen		
3) Gasläuterungs-Koſten	0,365	0,495
4) Reparatur und Unterhaltung	0,113	0,703
5) Arbeitslohn	2,507	2,040
6) Aufſicht u. ſ. w.		0,597
7) Diverſe Ausgaben	0,205	1,038
Summe	8,283	9,119
IV. *Jährlichen Einnahmen:*		
1) für Gas	13,450	13,450
2) Koaks	0,366	0,392
3) Theer		0,067
4) Ammoniak-Waſſer		
5) Zufällige	0,190	0,190
Summe	14,006	14,099
Davon die Ausgaben	8,283	9,119
Bleibt Netto-Ertrag	5,723	4,980
Giebt vom Hundert an Intereſſen	4,087	7,546

Aus der Vergleichung dieſer vier Steinkohlengas-Apparate erhellet erſt, daſs ſolche die darin angelegten Kapitalien im Durchſchnitte zu ungefähr 7 Proc. verintereſſirt haben in ſolchen Gegenden, wo der Durch-

Digitized by Google

kohlen-Gas-Compagnieen zu Liverpool von 2975 Arg. Lampen, 1820	Oxford von 859 Arg. Lampen, 1822	im Durchschnitt dieser 4, ein Apparat von 2278 Arg. Lampen, im Jahr 1820	Taylor's Oelgas-Appar. von 2278 Arg. Lampen, nur auf das Minimum berechnet gleich 10695210 K.F St. Kohlengas
Shillinge etc.	Shillinge etc.	Shillinge etc.	Shillinge etc.
4,526	2,553 2,451	4,717	6,000 (Oel) 0,000
0,206		0,266	0,000
1,613		0,607	0,678
1,461	1,454	1,866	0,233
1,080	1,475	0,788	0,748
1,237	4,684	1,791	0,748
10,123	12,617	10,035	8,407
14,100	16,773	14,443	14,100
1,457	3,677	1,473	0,000
0,588	0,117	0,197	0,000
0,016			0,000
	1,102	0,370	0,000
16,161	21,669	16,483	14,100
10,123	12,617	10,035	8,407
6,038	9,052	6,448	5,693
8,334	7,727	6,923	33,954 p.C.

schnitts-Preis der Steinkohlen sich auf 18 Sh. 4 D. beläuft, indefs eine Oelgas-Anstalt, welche den Gallon Oel mit 2 Shillingen bezahlt, die darin angelegten Kapitalien fast zu 34 Procent Zinsen geltend machen kann.

Digitized by Google

4.

Preiſe verſchiedener Arten von Beleuchtung.

Es iſt mir nun noch übrig den *Preis auszumitteln*, auf den eine beſtimmte Menge Licht von gleicher Intenſität zu ſtehen kommt, vermittelſt eines jeden der *ſechs Beleuchtungs-Materialien*, die ich unterſucht habe, und zwar nach den jetzigen Preiſen in London; das Verhältniſs läſst ſich dann leicht auf die Preiſe irgend eines andern Landes reduciren.

1. Die verſchiedenen *Steinkohlengas*- und Koak-Compagnien in London laſſen ſich bezahlen für die Unterhaltung einer Argand'ſchen Gaslampe, welche in der Stunde 5 K.F. Gas verbraucht und 313 Tage im Jahre vom Dunkelwerden bis Abends 9 Uhr, d. i. im Durchſchnitt 3 Stunden lang täglich brennt, (alſo 4695 K.F. Gas braucht) ohne Disconto 4 Pf. 0 S. 0 D.

2. Die White Chapel Road *Oelgas*-Compagnie bei London verkauft eine gleiche Menge Licht (d. h. 1342 Kub. Fuſs Oelgas, welche gleich ſind 4695 a 5368 K.F. Steinkohlengas) für 3 Pf. 7 Sh. 1 D. (50 Sh. per 1000 Kub.Fuſs), wovon 5 Procent Disconto mit 3 Sh. 4 D. abgehn, 3. 3. 9

3. Daſſelbe Licht vermittelſt Argand'ſcher *Oel*lampen, welche 17,451 Gallons geläutertes Rüböl verbrennen, à 4 S. 6 D. = 3. 18. 6. (denn 1342 K.F. Oel-Gas erhält man durch Deſtillation von 13,420 Gallon Oel, und dieſe, nach der Erfahrung S. 128, vermehrt im Verhältniſs 769 : 1000, geben = 17,451 Gallons.)

Digitized by Google

4. Daſſelbe Licht von 249,12 Pfund *Talg*lichtern 6 auf das Pfund, à 10 Den. per Pfd 10 Pf. 7 S. 7 D.
(17,451 Gallons à 7½ Pfd ſind 130,882 Pfd, vermehrt im Verhältniſs 404 : 769 = 249,12 Pf.)

5. Daſſelbe Licht von 204,15 Pfund *Spermaceti*-Lichten 6 Stück per Pfund (495 : 404 :: 249,12 : 204,15) à 3 Sh. pr Pfd, 30. 12. 5½.

6. Daſſelbe Licht von 216,44 Pfund *Wachs*kerzen 6 Stück auf das Pfund (465 : 404 :: 249,12 : 216,44) à 4 Sh. pr Pfd, 43. 5. 9.

Hieraus folgt, daſs die verſchiedenen Preiſe einer und derſelben Lichtmaſſe, je nachdem man ſie von einem oder dem andern der vorgenannten 6 Leucht-Materialien erhält, in folgendem Verhältniſſe ſtehen; nach dem Londner Preiſen:

Oel-Gas;	Oel in Arg. Lampen;	St. Kohlengas;	Talg-Lichte;	Spermaceti-Lichte;	Wach-Lichte
1,000.	1,2314.	1,2549.	3,2562.	9,6071.	13,5805.

Wir ſehen hier daſs das Oelgas unter allen Leuchtſtoffen den erſten Rang behauptet durch ſeine Wohlfeilheit; es behauptet ihn aber auch durch ſeine Salubrität, denn es giebt beim Verbrennen weder läſtige Dünſte noch Rauch, wodurch es vorzüglich ſchätzbar wird an Hof, in Geſellſchafts-Zimmern, Wohnzimmern, Bureaux, Kirchen, Theatern, Kaufmannsläden, Fabriken aller Art etc., indeſs das Steinkohlengas, welches gewöhnlich Schwefel-Waſſerſtoffgas mit ſich führt, der Geſundheit ſchädlich wird, koſtbare Metalle, Vergoldung u. Verſilberung ſchwärzt, und daher reiche Meublen, Spiegel und Bilderrahmen, Damenſchmuck,

Digitized by Google

und manche Farben der Gemälde angreift und gänzlich entſtellt; Unannehmlichkeiten, welche gewiſs wichtig genug ſind uns zu veranlaſſen, das Steinkohlen-Gaslicht aus unſern Wohnungen gänzlich zu verbannen, und ſeinen Gebrauch auf Straſsen-Beleuchtung und auf die Beleuchtung von Hallen, Vorplätzen und andern Orten einzuſchränken, wo man ohne Nachtheil einen Zugwind oder ſtarke Ventilation fortwährend unterhalten kann.

Jedermann der nur Oelgas geſehn hat geſteht, daſs die Flamme deſſelben jedes andre Licht an Schönheit und Glanz übertrifft. Man iſt hiervon ſo allgemein überzeugt, und wünſcht ſo eifrig die Vortheile zu genieſsen die es gewährt, daſs ſich noch kürzlich eine *neue Oelgas-Compagnie* unter dem Vorſitze des Lord-Mayor's der Stadt London hier gebildet hat, um die Einwohner in allen Gegenden der Stadt damit zu verſehn, indem es ihnen *zugefahren* wird in *tragbaren* Lampen und gröſseren Gefäſsen, worin man das Oelgas zu einer Dichtigkeit von 30 Atmoſphären Druck zuſammenpreſst. Die dazu erforderlichen Apparate etc. ſind von den Hrn Taylor und Martineau gebauet worden.

Dieſer Eifer, womit man jetzt in England die Oelgas-Anſtalten zum Nachtheile der Kohlengas-Compagnien befördert, könnte hinſichtlich der am Eingange dieſes Aufſatzes angeführten Umſtände, inconſequent ſcheinen; allein der Wallfiſchfang der Engländer in Grönland und Davis Straſse iſt nicht unbedeutend und verdient, wenn ſchon ungleich weniger wichtig als der Steinkohlen-Bergbau, doch auch berückſichtigt zu werden; ſogar das Gouvernement thut etwas zur Beförde-

Digitized by Google

rung des Wallfiſchfangs, indem es jedem Schiffe eine jährliche Gratification (*Bounty*) von 300 Pf. Sterl. bewilligt, welches mir bemerkenswerth ſcheint, da ich im Allgemeinen finde, daſs ein Gouvernement nicht leicht weniger für gemeinnützige öffentliche Anſtalten thun kann als das Engliſche thut, indeſs das Franzöſiſche hierin ſich ſehr liberal bezeigt hat und noch bezeigt. Ich habe einen Auszug gemacht aus den über dieſen Handelszweig bekannt gemachten Rechnungen, woraus ſich ergiebt, daſs die 16 engliſchen Häfen, welche in dieſen Unternehmungen ſpeculiren, im Jahre 1820 nicht weniger als 159 Schiffe, zuſammen von einer Capacität von 50337 Tonnenlaſt, auf dieſe Art des Fiſchfangs ausgeſandt haben; dieſe tödteten 1573 Wallfiſche und 5760 Seekälber, welche 19206 Tonnen Oel lieferten (die Tonne zu 252 Gallons, macht 3202434o Pfunde Oel). Und ſeit dem Jahre 1813 ſind nie weniger als 143 Schiffe jährlich ausgeſendet und nie weniger als 10682 Tonnen Oel, oder vielmehr Thran, von ihnen mit zurück gebracht worden.

Man könnte den Zweifel hegen, ob auch wohl dem Oelgas auf dem feſten Lande dieſelben Vorzüge vor den übrigen Leucht-Materialien zukommen möge, die es in England vielleicht nur einigen Local-Umſtänden verdanke? und ob man nicht auf dem Continente, z. B. in Paris, im Stande ſeyn ſollte Steinkohlen-Gas billiger als in London zu fabriciren? Ich glaube dieſe Bedenken mit wenigen Worten durch die Bemerkungen heben zu können, daſs *erſtens* Oelgas-Fabriken ſtets und in jedem Lande drei bedeutende Vortheile über Privatperſonen haben, welche ſich Argand'ſcher Oellampen bedienen, indem ſie nämlich

wenigſtens 30 Procent Licht durch die Deſtillation gewinnen, ungeläuterte und geringe Oele anwenden können, indeſs der Privatmann raffinirtes Oel brennen muſs, und den Vortheil haben beim Ankaufe groſser Vorräthe die günſtigſten Jahreszeiten ſowohl, als auch ſonſtige günſtige Nebenumſtände, um möglichſt billig einzukaufen, benutzen zu können. Und was *zweitens* die Bereitung des Steinkohlengas betrifft, ſo hat bei ihr England nicht blos vor allen andern Ländern den Vortheil eines Ueberfluſſes an Steinkohlen durch das ganze Königreich voraus, ſondern auch den des wohlfeilen Preiſes guten Guſseiſens, und der vielfältigen Gelegenheit die Koaks abzuſetzen; des vielfältigen Theerverbrauchs beim Seeweſen nicht zu gedenken, welches in England dieſem Artikel einigen Werth giebt. Jederman in England iſt gewöhnt zu allen Heitzungen für den Hausgebrauch Steinkohlen zu brennen, daher niemand es läſtig oder ſchwer finden würde, ſtatt ihrer Koaks zu brauchen, wenn ein geringerer Preis dieſes vortheilhaft machte, und man hätte bei der Einführung derſelben hier nicht erſt Gewohnheiten und Vorurtheile zu bekämpfen, wie das in den mehrſten Länder auf dem Continente, welche Holz brennen der Fall ſeyn dürfte.

Bei der Oelgas-Bereitung habe ich nichts für Heizung der Retorten ausgeworfen, weil die Herren Taylor und Martineau auf eine ſinnreiche Art ihre Retorten unentgeltlich heitzen, indem ſie ſolche über einen Koak-Ofen ſetzen, worin ſie Koaks für die Eiſen- und Meſſing-Gieſser bereiten. Die in dieſen Oefen ſich entwickelnde Hitze iſt vollkommen hinreichend Oelgas zu fabriciren, wozu keine ſo hohe Temperatur

Digitized by Google

als zu dem Steinkohlengas erfordert wird, weshalb Oelgas-Retorten auch länger brauchbar bleiben. Die Koaks, die sie auf diese Art produciren, sind vorzüglich gut, schwer und compact, und werden von den Giessern sehr gesucht; gewöhnlich sind sie schon im Voraus bestellt, indem man sie den leichten porösen Koaks, die in den Kohlengas-Retorten zurückbleiben, bei weitem vorzieht. Letztere sind zum Eisenguss fast gänzlich unbrauchbar, weil sie dem Gebläse nicht widerstehn und keine sehr intensive Hitze geben; während von guten compacten Koaks 40 Pfund hinreichen um 100 Pfd gutes Gusseisen zu schmelzen, bewirken von Koaks aus den Retorten der Steinkohlengas-Anstalten dieses kaum 60 Pfund, und das weniger gut.

Schliesslich will ich noch berechnen, wie hoch auf dem Continente der Preis des Oels steigen müsste, wenn es möglich seyn sollte Steinkohlengas mit Oelgas in Concurrenz zu bringen, vorausgesetzt dass man dort das Steinkohlengas um denselben Preis bereiten könnte, als in London. Ich will die Vergleichung für Paris machen, da dessen Münz-, Maass- und Gewichtssystem am einfachsten zu berechnen ist.

Aus der vorhin mitgetheilten Tabelle erhellet, dass die Provinzial-Steinkohlengas-Compagnien ihre angelegten Kapitalien im Durchschnitte zu 6.923 Procent geltend machen, indem sie 1000 Kub. Fuss Gas im Durchschnitte zu 14,443 Shilling verkaufen, und die Steinkohlen zu 18 Shill. 4 Den. die Tonne einkaufen. Die Londner Compagnien lassen sich zwar für 1000 Kub.Fuss ihres Gas 17,0394 Shillinge bezahlen, gewinnen daran aber doch nicht mehr als die Provinzial-Compagnien, weil sie die Steinkohlen in London viel

Digitized by Google

theurer bezahlen müſſen als ſie jenen zu ſtehn kommen. Ich nehme zum Behuf dieſer Berechnung an, das Oelgas-Licht habe mit dem Steinkohlen-Licht einerlei Preis, wodurch ich den wahren Preis von 66¾ Shilling die Lampe das Jahr über, auf 80 Shilling erhöhe. Für unſern angenommenen Oelgas-Apparat von 2278 Lampen würde dieſes eine jährliche Einnahme von 9112 Pfund Sterling geben, und daher deſſen Kapital-Intereſſen von 34 Procent auf 51,483 Procent erhöhen, wenn man das Oel zu 2 Shilling die Gallon einkauft. Nun wiegt aber 1 Gallon Oel 3 Kilogramme und 450 Gramme, und rechnen wir den Cours das Pfd Sterling zu 25 Francs, ſo findet ſich, daſs der Preis auf welchen der Ertrag unſers Oelgas-Apparats berechnet iſt, die 50 Kilogramme Oel (etwas über 100 Pfund) auf 36 Francs 23 Centimes ſetzt. Ferner finde ich, daſs wenn 50 Kilogramme Oel in Paris auch bis auf 81 Fr. 34 Ct. ſtiegen, die Unternehmer der Oelgas-Beleuchtung dennoch 6,923 Procent Intereſſen von ihren Kapitalien erhielten, ohne den Preis ihres Gas zu erhöhen. Und dann erſt könnte Steinkohlen-Gas mit Oel-Gas in Concurrenz treten, vorausgeſetzt nämlich, daſs man Steinkohlen-Gas in Paris um denſelben Preis fabriciren könnte als in London, welches ſehr zweifelhaft iſt, zu unterſuchen aber auſser meinem gegenwärtigen Plane liegt.

Beſchluſs.

Wenn wir alle in vorſtehendem Aufſatze vorgetragenen Thatſachen mit einander vergleichen, ſo ergiebt ſich, daſs von den darin unterſuchten ſechs Leucht-Materialien, das Oel-Gas die mehrſten und

Digitized by Google

gröfsten Vortheile in sich vereinigt, und den Localumständen fast aller Länder des Continents vollkommen entspricht. Es scheint den Vorzug zu verdienen nicht blos in Beziehung auf die Gesundheit, und weil es wohlfeiler und glänzender ist, sondern auch wegen seiner unvergleichlichen Schönheit, und als Gegenstand merkantilischer Speculation, in der man seine Kapitalien sicher anlegen kann, vorausgesetzt, dafs man sich nicht auf kostspielige neue Versuche einlasse, oder Apparate baue, deren unfehlbaren Erfolg die Erfahrung noch nicht verbürgt hat. Und hier berühre ich einen Umstand auf den man nicht aufmerksam genug seyn, und eine Gefahr, vor der man sich nicht zu sehr hüten kann; denn nichts ist Verderben-bringender als die Erbauung unzweckmäfsig-combinirter Apparate, bei denen gewöhnlich sammt dem Arbeitslohn auch die Materialien verloren sind, und nicht blos das Kapital, sondern auch das Zutrauen des Publikums zu einer nützlichen technischen Unternehmung dahin schwinden.

Wollen wir die Oelgas-Fabrikation mit der Steinkohlengas-Bereitung ins besondere vergleichen, so zeigt die vorstehende Tabelle auf eine auffallende Weise, dafs die HH. Taylor und Martineau sich um die Gas-Beleuchtung ein nicht geringes Verdienst erworben haben. Denn indem sie die kolossalen Kohlengas-Apparate durch compendiöse und bequeme Oelgas-Apparate ersetzten, haben sie die zu der Unternehmung erforderlichen Kapitalien auf den *vierten* Theil reducirt, den nöthigen Raum auf den *sechsten* Theil,

die Handarbeit auf den *achten* Theil, die Gasreinigungs-Koſten auf o, das Heitzmaterial auf o, die Kapacität und man kann hinzuſetzen die Länge der Leitungs-Röhren auf den *dritten* Theil, endlich das Volumen der Gaſometer (welche von jeher den läſtigſten und anſtöſsigſten Theil der Steinkohlengas-Apparate ausgemacht haben) auf den *vierten* Theil. Ueberdem haben ſie, was nicht das Unwichtigſte iſt, ihre Apparate ſo zweckmäſsig eingerichtet, daſs ihre Nachbarſchaft niemandem läſtig wird, ſo daſs ſie ihre Gasbereitungs-Anſtalten mitten in der Stadt aufbauen können, wodurch die mit dem Eingraben groſser Längen von Leitungs-Röhren verbundenen Koſten, Ungemach und Zeitverluſt erſpart werden.

Aus dem in engliſchen öffentlichen Blättern gegen und für die Beleuchtung durch Oelgas mit groſser Hitze geführten, ſehr wortreichen Streite, leuchtet wenigſtens Eine Wahrheit hell hervor, daſs nämlich die ſich ausbreitende Einführung der Oelgas-Beleuchtung dem Intereſſe derer zuwider ſey, welche in Kohlengas-Werken betheiligt ſind, und ihnen, wie man zu ſagen pflegt, ein Dorn im Auge iſt. Für die Wiſſenſchaft hat man durch dieſen Streit nichts gewonnen, denn nicht Wahrheitsliebe, ſondern nur merkantiliſcher Speculationsgeiſt führte ihn. Ein Paar Provinzial-Chemiker haben bei dieſer Gelegenheit, von einer Kohlengas-Compagnie aufgefordert, einige photometriſche Verſuche gemacht, ſolche zu möglichſt unvortheilhaften Reſultaten für das Oelgas gebracht, und darüber Flugzettel drucken laſſen, denen man im ganzen Lande auf alle mögliche Weiſe,

Digitized by Google

(das Anheften an den Strafsenecken vielleicht ausgenommen) die gröfste Publicität gegeben hat. Ohne weder in die Wahrheitsliebe noch in die Genauigkeit der erwähnten Chemiker den geringsten Zweifel setzen zu wollen, ziehe ich aus ihren Versuchen nur den einfachen Schluſs: daſs es ihnen nicht gelungen war in ihrem kleinen, dazu besonders erdachten, Apparate ein gutes Oelgas zu bereiten *).

In Amerika hatte man schon vor einiger Zeit beschlossen Gaslicht im Grofsen einzuführen, und da man bei diesen Widersprüchen nicht wuſste, ob dem Steinkohlengas oder dem Oelgas der Vorzug zu geben sey, einen geschickten Ingenieur abgesendet um die besten Gaswerke in England und Schottland zu bereisen. Auf seinen Bericht hat er vor acht Tagen Auftrag bekommen, sofort bei den HH. Taylor's die nöthigen Apparate zu bestellen, um die Stadt New-York ohne weiteres Bedenken mit Oelgas zu beleuchten. Bei dieser Gelegenheit hat man zum ersten Male Oelgas und Steinkohlengas von grofsen benachbarten Gaswerken in Röhren in ein und dasselbe Zimmer geführt, und mit beiden vor einer Versammlung von Chemikern und Physikern, bei der ich selbst zugegen

*) Wahrscheinlich hat hier Hr. Preuſs unter andern die Versuche der HH. Herapath und Rootsey in Bristol im Auge, welche in Tilloch's Magazin erschienen sind, und die ich meinen Lesern im Auszuge vorzulegen im Begriff war als ich den gegenwärtigen Aufsatz erhielt, [in der That auch unter III kurz zusammengedrängt beifüge, um keiner Parteilichkeit gegen das Steinkohlengas geziehen zu werden]. *Gilb.*

war, unter der Leitung des verdienſtvollen Richard Phillips, eine Reihe zahlreicher Verſuche angeſtellt. Sie ſetzen es auſser Zweifel, daſs 1 Kub. Fuſs Oel-Gas ſo viel Licht giebt als 3½ Kub. Fuſs Steinkohlen-Gas. Meine im vorigen Jahre erhaltenen Reſultate werden alſo durch dieſe Verſuche vollkommen beſtätigt. Am Ende gegenwärtigen Monats wird darüber ein Aufſatz in einer unſerer erſten engliſchen gelehrten Zeitſchriften erſcheinen *).

London den 11ten October 1823.

No. 45 Charles Street City Road.

J. Preuſs.

*) Dieſes iſt durch Hrn Timothy Dewey von New-York, der dieſe Verſuche anordnete, im December geſchehn, und ich werde ſie meinen Leſern künftig ausführlich vorlegen. Als die Flammen ſo eingerichtet waren, daſs ſie gleiche Helligkeit gaben, wurden in 1 Stunde verzehrt von dem *Steinkohlengas* von ſpec. Gew. 0,4069 aus dem Imperial-Etabliſſement 4,85 K.F., und von dem *Oelgas* aus der Compagnie of the Bow 1,37 K.F. Ueberdem fand Hr. Dewey daſs 1 Gallon gereinigter Wallfiſchthran über 100 K.F. Oelgas giebt. . . „In bin vollkommen überzeugt, äuſsert ſich Hr. Ingen. Preuſs in ſeinem Briefe an mich, daſs Beleuchtung durch Gaslicht jede andere an Schönheit und gleichbleibender Helligkeit weit übertreffe, und Oelgas dem Steinkohlengas dabei überall vorzuziehn ſey, Gegenden ausgenommen, wo Oel und Thran theuer, Steinkohlen aber äuſserſt wohlfeil und überdem groſse Kapitale leicht zu haben ſind. Für ſolche würde ich Steinkohlen-Gaslicht anrathen, bei der Beleuchtung aber die gehörigen Vorkehrungen treffen, daſs die Luft, in welcher das Gas verbrennt, mit der Luft in den Zimmern, worin dieſes geſchieht, auſser Verbindung bliebe. . .“ *Gilb.*

Digitized by Google

II.

Theorie der Beleuchtung mit künſtlichem Lichte;

aus einer Vorleſung von

Hrn Clement-Desormes, Prof. d. techn. Chem. *)

Die Anſtalten, welche ſich in Paris gebildet haben, um die Schauſpielhäuſer und die Gewölbe der Kaufleute in den ſchönſten Theilen der Stadt mit Gas zu erleuchten, geben dieſer Materie ein allgemeines Intereſſe.

Von allen Mitteln, welche wir beſitzen uns Licht zu verſchaffen, iſt das Verbrennen das Einzige von dem wir wirklich Gebrauch machen. Gewöhnlich werden in dieſer Abſicht Wachs, Talg und Oele verbrannt.

Das Talg iſt in Häutchen eingeſchloſſen, aus denen man es ausſchmelzt, wobei es indeſs ſo ſtark erhitzt werden muſs, daſs dieſe Häutchen ſich verkohlen; dann erſt reiſsen ſie, verringern aber durch Beimengung der Kohle die Güte des Talgs. Man ſollte daher lieber die Häutchen durch Schlagen oder durch Zerdrücken zwiſchen Walzen zerreiſsen, um das Talg bei mäſsiger Wärme ausſchmelzen zu können. Der Talg ſelbſt iſt eine Mengung von zwei verſchiedenen Körpern, Stéarine und Elaïne; der erſte iſt feſt, der zweite flüſſig.

*) Frei ausgezogen aus einem Pariſer Blatt vom 19t. und 21ſt. December 1823 von Gilbert.

Digitized by Google

Da die Oelſamen einen ſehr ſtarken Druck verlangen, wenn aus der Rinde derſelben alles Oel herausgepreſst werden ſoll, ſo hat man auch hierbei die Wärme zu Hülfe genommen. Man bringt den Samen auf ſtark erhitzte Platten; ſie machen das Oel flieſsen, röſten aber zugleich den Rinde-artigen Theil des Samens, wodurch ſich dem Oele Kohlenſtoff und in der ſehr erhöheten Temperatur auch der Schleim des Samens beimengt. Um dem erſten Nachtheile vorzubeugen erhitzt man jetzt die Platten nicht unmittelbar durch Feuer, ſondern durch Waſſerdampf, und um den beigemengten Schleim abzuſondern verkohlt man ihn (?) durch Zuſetzen von etwas Schwefelſäure zu dem Oele, filtrirt es dann durch thieriſche Kohle, und wäſcht es mit Waſſer um die Schwefelſäure wieder fortzuſchaffen, welche die Lampen angreifen würde.

Es beſtehen aber 100 Theile

	Wachs	Stéarine	Elaïne	Leinöl	Harz
aus Kohlenſtoff	81,784	82,17	74,80	76,010	75,944
Waſſerſtoff	12,672	11,23	11,65	11,351	10,719
Sauerſtoff	5,544	6,32	13,55	12,635	13,337

Das Leinöl [und eben ſo jedes der andern ausgepreſsten Oele] zerſetzt ſich in der Hitze, und die drei in ihr ſich trennenden Grundſtoffe deſſelben vereinigen ſich theils wieder alle drei in andern Verhältniſſen, theils je zwei mit einander. Beim Deſtilliren deſſelben aus einer Retorte kann man ſo Eſſigſäure erhalten. Läſst man es Tropfenweiſe in einen eiſernen Cylinder fallen, der ſo ſtark erhitzt iſt, daſs er eben leuchtend wird, welches man mit „kirſchrothes Glühen“ be-

Digitized by Google

zeichnet (bis etwa 600° C.), ſo zerſetzt es ſich, und die Grundſtoffe deſſelben verbinden ſich je zwei, der Sauerſtoff mit einem Theile des Kohlenſtoffs zum kohlenſauren Gas, und der Waſſerſtoff mit ſehr vielem Kohlenſtoff zu dem Dampfe (?) den man *öl-bildendes Gas* nennt, weil es nach Art der Oele brennt *). Es ſcheint nach den Verſuchen eines engliſchen Chemikers, daſs man bisher nicht die gröſst-mögliche Menge von Kohlenſtoff, welche ſich mit dem Waſſerſtoff verbinden kann, beachtet habe; er hat entdeckt, daſs der Waſſerſtoff noch eine gröſsere Menge als in dem ölbildenden Gaſe in ſich aufzunehmen vermag, und die neue Verbindung *über-ölbildendes Gas* (*gas ſuper-oléfiant*) genannt. Wie indeſs dieſem auch ſey, ſo iſt wenigſtens immer ſo viel gewiſs, daſs nur Kohlenſtoff-enthaltendes-Waſſerſtoffgas zum Beleuchten brauchbar iſt, und dieſes um ſo mehr, einen je gröſsern Antheil Kohlenſtoff es in ſich ſchlieſst.

Wenn man Oel wie gewöhnlich in Lampen brennt, ſo ſteigt es in dem Dochte, wie in Haarröhrchen, nach der Flamme hinauf, in deren Nähe es eben ſo wie in einem glühenden Cylinder zerſetzt wird; es erzeugt ſich dort öl-bildendes und über-ölbildendes Gas, und dieſe Gaſe ſind es, welche die Flamme und das Licht hervorbringen. Und gerade ſo geht es bei dem Verbrennen des Wachſes und des Talgs her, nachdem ſie durch die Hitze der Flamme geſchmolzen ſind.

*) Es iſt ein wahres Gas, eine bleibend elaſtiſche Flüſſigkeit, und wurde ſo genannt, weil es mit der Chlorine ſich zu einer tropfbaren Flüſſigkeit, welche dem Oele zu gleichen ſchien, verdichtete. *Gilb.*

Digitized by Google

... Das Kohlen-Waſſerſtoffgas, welches man durch Zerſetzung von Oel erhält, leuchtet weit ſtärker als das, welches ſich beim Deſtilliren von Steinkohlen entwickelt; ein Litre vom erſteren giebt ſo viel Licht als 3½ Litre vom zweiten, nach Verſuchen, die darüber in England gemacht ſind; auch iſt jenes dichter als dieſes.

Es verbrennen aber in Zeit von 1 Stunde folgende Mengen von Leuchtſtoffen:

Wachs 8,40 Gramme in Lichten 10 auf das Kilogramme;
Talg 12,50 Gramme in Lichten 12 auf das Kilogramme;
Oel { 8 Gramme in den gewöhnlichen Reverberen in Paris;
{ 30 Gramme in einer gewöhnlichen Argand'ſchen Lampe.

Kohlen-Waſſerſtoffgas { 38 bis 40 Litres in jeder Gas-Mündung in England,
{ 60 Litres in jeder Gas-Mündung wie man ſie in Frankreich macht.

Den *Apparat*, worin man das Oel zerſetzt, um es in Kohlen-Waſſerſtoffgas zur Beleuchtung zu verwandeln, iſt von dem Engländer Taylor erfunden, und folgendermaſsen eingerichtet: Ein kleines Gefäſs (*cuve*) welches des Oels gerade ſo viel faſst, als man zum Verbrauche während eines Tages in der Gas-Anſtalt bedarf, ſteht durch eine mit einem Hahn verſehene Röhre in Verbindung mit einem unter demſelben befindlichen ſehr viel gröſseren Gefäſse, das zu ⅔ mit Oel angefüllt iſt. Unter dieſem gröſseren Gefäſse ſteht auf einem Ofen der ringsum verſchloſſene eiſerne Cylinder, in welchem die Zerſetzung des Oels vor ſich gehn ſoll, und in ihn geht aus dem gröſsern Gefäſse eine ebenfalls mit einem Hahne verſehene Röhre. Man bringt in den Cylinder (Ofen?) eine gewiſſe Menge Koaks

Digitized by Google

(d. h. verkohlte Steinkohlen, die durch das Feuer von allen schwefligen und sublimirbaren Theilen befreit sind), erhitzt ihn bis 600° C., und läfst dann aus dem gröfsern Gefäfse eine kleine Menge Oel in den Cylinder herab fliefsen, welche sich mittelst eines Trichters von bekanntem Inhalte mit Hahne messen läfst. So viel Oel aus dem gröfsern Gefäfse ausgeflossen ist, wird demselben aus dem kleinen ersetzt, da es gut ist dafs das Oel darin immer in gleicher Höhe stehe. Durch eine Röhre, die mitten aus dem eisernen Cylinder in das gröfsere Gefäfs hinauf geht, und sich unter dem Oele in demselben endigt, steigen die Gasarten und Dämpfe, welche sich aus dem eintröpfelnden Oele in dem Cylinder bilden, in dieses Gefäfs hinauf. Beim Hindurchsteigen durch das Oel verdichten sich die Dämpfe, die Gasarten aber werden durch ein gekrümmtes Rohr in den Gasometer geleitet, der einer grofsen Glocke, die in einem ungeheuren Wasserkübel steht, ähnlich ist. Die Glocke ist von Eisenblech, innerlich und äufserlich mit Theer überzogen, hängt, im Gleichgewichte erhalten durch das Gegengewicht, und hebt sich desto höher aus dem Wasser heraus, je mehr Gas sich darin ansammelt. Der Wasserkübel ist entweder Mauerwerk, oder von Holz, manchmal auch von Eisenblech, welches bei weitem das beste ist. Die Gröfse der Glocke und des Wasserkübels richtet sich nach der Menge von Gas, welche die Anstalt täglich liefern soll. Wie viel Oel aber täglich zersetzt werden mufs, ist leicht zu berechnen, da man z. B. weifs, dafs für Paris auf jede Mündung, aus der das Gaslicht brennt, 60 Litre Gas in 1 Stunde zu rechnen sind, und dafs 1 Kilogramm Oel 800 Litre Oelgas giebt.

Digitized by Google

Die Leitungsröhren des Gas gehören zu den Haupt-Auslagen einer Gas-Anſtalt. Mit Recht macht man ſie von Eiſen, doch iſt zur Leitung im Innern der Wohnungen das Eiſen unbequem, weil es minder biegſam als Kupfer und Blei iſt. In Gas-Anſtalten, welche Steinkohlen deſtilliren, darf man nicht Kupfer in die Nähe der Gaſometer bringen, denn das kohlenſaure Ammoniak und das Schwefel-Waſſerſtoffgas, die ſich beim Deſtilliren aus den Steinkohlen entbinden, greifen das Kupfer ſchnell an; man hat den Fall gehabt, daſs kupferne Röhren in Zeit von 3 Wochen zerfreſſen und durchlöchert wurden. In England macht man die Röhren im Innern der Zimmer aus Zinn, welches eben ſo biegſam als Blei iſt, und mehr zuſammenhält und ein beſſeres Ausſehn hat als dieſes Metall.

Man hat vorgeſchlagen das Gas zum Beleuchten nicht aus dem Oele, ſondern aus dem Leinſaamen ſelbſt zu bereiten, weil man dann die Koſten des Oelſchlagens erſparen würde. Dieſe Koſten betragen auf 100 Litre Leinöl zwar 10 Franken, man erhält aber zugleich für 10 Franken Oelkuchen, und es läſst ſich durch das Oelſchlagen alles Oel bis auf 2 oder 2½ Procent gewinnen; mehr bleiben in den Oelkuchen nicht zurück. Dagegen wird beim Deſtilliren des Samens auch der rinden-artige Theil zerſetzt, daher ſich verhältniſsmäſsig mehr kohlenſaures Gas als aus dem Oele, und dabei wie aus Holz ein an Kohlenſtoff ärmeres Kohlen-Waſſerſtoffgas entbindet, welches einen Theil der guten Wirkungen des ölbildenden oder über-ölbildenden Gas aufhebt. Ferner muſs man dann den Proceſs 4 oder 5 Mal täglich unterbrechen, um den Cylinder

Digitized by Google

aufs neue mit Samen zu füllen, welches mit Verluſt an Zeit und an Wärme verbunden iſt. Endlich muſs auch, wenn man Oelſamen deſtilliren will, der Cylinder bedeutend gröſser ſeyn, und wird (durch die ſich bildende Eſſigſäure) angegriffen, ſo wie beſonders die eiſernen Platten, auf die man den Samen in den Cylinder bringt. Und alles dieſes trägt zu der Vergröſserung der Koſten bei.

Mit viel reellerem Nutzen würde man *Harz* ſtatt des Oels in den Gaslicht-Anſtalten zerſetzen, da in Paris das Pfund Oel 12 Sols koſtet, das Pfund Harz aber für 1 Sols zu haben iſt, und beide ziemlich einerlei Beſtandtheile haben. Daſſelbe gilt von *thieriſchen Fetten*.

Zu den *tragbaren Gaslampen*, die man eingerichtet hat, iſt allein Gas aus Oel zu gebrauchen; daſs jedoch ihr Nutzen ſehr gering iſt, erhellet aus folgender Ueberlegung. Ihr Fuſs muſs ſchon eine ziemlich bedeutende Gröſse haben, um 6 Litres Oelgas zu faſſen, und aus dickem Metall beſtehn, wenn er bei dieſer Gröſse 150 Litres Oelgas aufnehmen, und alſo dem 25-fachen Luftdrucke widerſtehn ſoll. Eine ſolche Lampe wird alſo ſehr ſchwer. Und doch würde ſie mit einer Lampen-Mündung, wie man ſie in England braucht, höchſtens 4, und wie man ſie in Frankreich braucht, nur 2½ Stunde lang brennen, da jene 38 bis 40, dieſe 60 Litres Gas in 1 Stunde verzehrt.

Daſs die Beleuchtung mit Gas weit heller und glänzender als die mit tropfbarem Oele iſt, und daſs mit dieſem dieſelbe Helligkeit zu erhalten weit mehr koſten würde, iſt auſser Zweifel. Hat man aber bei dem Unternehmen Oel in Oelgas zur Beleuchtung zu

Digitized by Google

verwandeln, auch wohl auf *Geldgewinn* zu hoffen? Dieſes iſt es, was wir noch zuletzt unterſuchen wollen.

Wir wollen die Berechnung für eine Oelgas-Anſtalt machen, die täglich 3000 Mündungen mit Gas zu verſehn hätte, alſo in Paris ſtündlich, ſo lange die Gaslampen brennten, 180000 Litres Oelgas bedürfte. Die mehrſten Gewölbe, Schauſpielſäle etc. müſſen während des Sommers 2 Stunden, während des Winters aber 6 Stunden erleuchtet werden, das Jahr über alſo im Mittel täglich 4 St.; es würde mithin eine ſolche Gasanſtalt tägl. 720000 Litres Oelgas verbrauchen. Um nicht zu wenig zu rechnen, wollen wir für die Sonntage und Feſttage nur 15 Tage im Jahre abrechnen, an welchen die Gaslampen nicht angeſteckt werden, ſo bleiben als jährlicher Bedarf der Anſtalt 350 × 720000, alſo 252 Millionen Litres Oelgas; und da 1 Kilogramm Oel 800 Litres Gas giebt, ſo wären in ihr jährlich 315000 Kilogramme Oel zu zerſetzen. So viel Oel koſtet auſserhalb der Barrieren von Paris (100 Litres zu 75 Frank. gerechnet) 236250 Franken. Die Koſten der Steinkohlen zum Erhitzen der Cylinder, worin das Oel zerſetzt wird, laſſen ſich auf 20000, und die Koſten der Verwaltung auf 30000 Franken anſchlagen; der ganze Koſtenbetrag würde alſo 286250 Fr. ſeyn. Die Einnahme von jeder Gaslampe iſt jährlich 100 Fr., von den 3000 Lampen würde ſie alſo 300000 betragen. Man ſieht, daſs eine ſolche Anſtalt nur einen ſehr kleinen Ueberſchuſs geben kann, der mit dem Kapitale, welches die Anlage gleich anfangs erfordern würde, und das man auf 400000 Frank. anſchlägt, in keinem Verhältniſſe ſteht. Hierbei ſind indeſs die unvortheilhafteſten Sätze angenommen worden, und in der Ausführung würde ſich ein bedeutender Vortheil ergeben *).

*) Daſs eine ſolche gar zu willkührliche Rechnung zu nichts Brauchbaren führen kann, fällt in die Augen. Deſto mehr Dank verdient unſer Landsmann, Hr. Ingen. Preuſs, der keine Mühe geſpart hat uns in dem vorangehenden Aufſatze mit zuverläſſigen Nachrichten und genauen Berechnungen über dieſen auch für Deutſchland wichtigen Gegenſtand zu verſehn. *Gilb.*

Digitized by Google

III.

Reſultate einiger vergleichenden Verſuche mit Steinkohlengas und mit Oelgas;

von

WILL. HERAPATH, Esq., zu Briſtol.

(Kurz ausgezogen von Gilbert.) *)

Die folgenden von den HH. Herapath und Rootſey zu Briſtol gemeinſchaftlich angeſtellten Verſuche ſollten entſcheiden, welches der beiden Gaſe ſich beſſer zum Beleuchten eigne, und welches das wohlfeilere Licht gebe, wenn 1000 Kub.Fuſs Gas aus Steinkohlen für 15 Shilling, aus Oel oder Thran für 50 Shilling Sterling zu haben ſind.

Das *Oelgas* wurde bereitet am 30ſt. Januar 1823 durch Zerſetzung von 3 Pf. 14 Unz. 362 Gran Stockfiſch-Thran (*Cod Oil*) in einer 3 Fuſs langen ſtark erhitzten Retorte, worin ſich ein 2′ 3″ langes, und 4″ weites eiſernes Rohr und 47 Pfund Backſteine zur Vergröſserung der erhitzten Oberfläche befanden. Das Oel wurde in einem ſehr dünnen Strom, doch etwas ſchneller als bei bloſsem Tröpfeln, hineingelaſſen. Es entſtanden 11 Unz. 424 Gr. (oder etwa ein Fünftel) Kohle in den verſchiedenen Theilen des Apparats, und 44,2 Kub.Fuſs Gas vom ſpec. Gew. 0,876, (welche alſo 2 Pf.

*) Vergl. oben S. 147. Der Auff. wurde im Mai 1823 geſchrieben. Daſs Hr. Herapath (Tilloch B. 52 S. 286) gefunden haben will, der Döbereiner'ſche Verſuch gelinge, bei einer Temperatur der Gasarten von 55° F. nur dann, wenn das Platin bis 98° F. erhitzt ſey, dient wenigſtens nicht, das Urtheil des Hrn Ingen. Preuſs am eb. a. O. zu entkräften. (Vgl. S. 103.) *Gilb.*

Digitized by Google

14 Unz. 277 Gr. wogen); auf das Waſſer und die Eſſigſäure wurde nicht geſehn. Das Gas ging unmittelbar aus der Retorte durch ein mit Eis umlegtes Schlangenrohr in eine Vorlage (*oil joint*), worin ſich das verflüchtigte Oel abſetzen konnte, und dann ſogleich in den Gaſometer. — Das *Steinkohlen-Gas* erhielten ſie von dem Haupt-Reſervoir der Steinkohlengas-Compagnie, da alle Gaſometer der Temple-Backs-Station zugedreht waren. Die Tonne Steinkohlen wird contractmäſsig der Geſellſchaft für 7 Shill. 9 Den. geliefert, und giebt 5- bis 7000 Kub.Fuſs Gas. Dieſes Steinkohlen-Gas hatte das ſpec. Gewicht 0,5433.

Es dienten zu den Verſuchen über das *Licht* der beiden Gaſe zwei ähnliche Gaſometer, die jeder $1\frac{1}{4}$ K.F. Gas faſsten, in $\frac{1}{100}$tel K.Zoll genau eingetheilt waren, und mit 1 K.F. Gas gefüllt wurden. In beiden waren alſo beim Aufdrehen der Hähne der Druck und alle andern Umſtände völlig gleich. In Verſuch 1 und 2 brannte das Steinkohlengas aus 15 gewöhnlichen, das Oelgas aus 15 feinen Löchern; in Verſ. 3 und 4 brannten beide aus 12 gleich groſsen Löchern. In Verſ. 3 und 5 adjuſtirten ſie die Lichter ſo, daſs ſie in gleichen Entfernungen gleiche Schatten warfen, und ſchätzten nach der Menge des verzehrten Gas ihren relativen Preis: in Verſuch 2 und 4 brannte dagegen jedes Gas, nach ihnen, auf die vortheilhafteſte Art, d. h. mit ſo hoher Flamme als es möglich war ohne daſs Rauch erſchien, und das Steinkohlen-Licht wurde der Ebne, worauf der Schatten fiel ſo lange näher gerückt, bis beide Lichte gleichen Schatten gaben; das Quadrat ihres Abſtandes von dieſer Ebene gab das Verhältniſs ihrer Helligkeiten, welchem direct, und der Menge des verzehr-

Digitized by Google

ten Gas verkehrt, der Werth des Gafes proportional war. Leslie's mit Aetherdampf gefülltes Photometer erwies ſich ihnen als kein ſichereres Mittel die Helligkeit zu beurtheilen, als das bloſse Auge. Die Argand'ſche Lampe, mit deren Flamme die Gasflammen in Verſ. 5 verglichen ſind, hatte eine innere Weite von $\frac{6}{10}$ und einen Docht von $\frac{8}{10}$ Zoll Durchmeſſer, und die Gaſometer und Brennöffnungen wurden mit einander vertauſcht.

Verſuch	mit Gas aus	Höhe der Flamme engl. Zoll	Dauer des Brennens	Verzehrte Gasmenge Kub. Fuſs	Abſtand der Flamme v. Schatt. e. Zoll	Alſo relativer Werth derſelb.
1.	St. kohl.	3,5	11′ 9″	1,000	gleich	1,00
	Oel	2,5		0,445		2,24
2.	St. kohl.	3,75	12 4	1,00	54	1,00
	Oel	2,75		0,51	58	2,26
3.	St. kohl.	3,5	16 47	1,000	gleich	1,00
	Oel	2,4		0,435		2,30
4.	St. kohl.	3,5	16 45	1,00	66½	1,00
	Oel	2,6		0,45	68	2,32
5.	St. kohl.	3,3	16 58	1,00	gleich	1,00
	Oel	2,1		0,42		2,38
	Arg. L.	1,8		158 Gr. Oel		

Alſo im Mittel aus 5 Verſuchen 1 : 2,24. *)

Dieſe Verſuche wurden am 27 Febr. wiederholt öffentlich, ſo weit die Zeit es erlaubte, vor einem wiſſenſchaftlichen Publikum. Das Oel wurde wieder in demſelben Apparat, aber bei minderer Hitze als das erſte Mal zerſetzt, indem er nur ſchwach rothglühte. Es blieb $\frac{1}{8}$ des Oelgewichts Rückſtand als Kohle, und auf die Gallon entſtanden 83½ K.F. Gas vom ſpec. Gew. 0,902, welche gleich ſind 85,9 K.F. vom ſpec. Gewicht 0,876, bei welchem der vorige Verſuch 86,9 K.F. Gas auf die Gallon gegeben hatte. Was man alſo an *Dichtigkeit* des Gas gewinnt, wenn man bei niedrigerer

*) Vergl. S. 148 und S. 152. *G.*

Hitze arbeitet, verliert man an *Menge* des Gas. Das Reſultat war wie bei den vorigen, daſs 1 K.F. Oelgas und $2\frac{1}{4}$ K.F. Steinkohlengas gleiche *Helligkeit* gaben.

Von 10 aus der Geſellſchaft, welchen man beide Gasarten wo ſie aus den Oeffnungen entweichen zu *riechen* gab, ohne daſs man ihnen anzeigte welches Gas es ſey, urtheilten 3, das Oelgas rieche am unangenehmſten. Steinkohlengas könne alſo, glaubt Hr. Herapath, nicht ſo gar viel ſchlechter als Oelgas riechen, als man vorgeſpiegelt habe; es rieche wie Naphthaline, die mit ein wenig Schwefel-Waſſerſtoff und Schwefel-Waſſerſtoff-Ammoniak verbunden iſt, Oelgas dagegen wie eine Lampe, die nach dem Ausblaſen noch glimmt.

Die *Hitze* beider Flammen haben die HH. Herapath und Rootſey mittels dreier Zinngefäſse mit Dekkeln und ſehr concaven Böden, welche ein Quart Waſſer faſsten, und in deren jedem 1 Pinte Waſſer von 40° F. gegoſſen war, verglichen. Dieſe wurden in gleichem Abſtand über gleiche Flammen geſtellt, und die Anzahl von Graden, um welche die Thermometer in dem Waſſer in gleicher Zeit ſtiegen, für das verhältniſsmäſsige Maaſs ihrer erwärmenden Kraft genommen. Gaben die Flammen in ungleichem Abſtand gleiche Schatten, ſo reducirten ſie ſie auf gleiche Helligkeit, wie im vorigen Fall. Das Steinkohlen-Gas brannte aus 15 gewöhnlichen, das Oelgas aus 15 feinen Löchern; in Verſuch 3 wurden beide mit der vorigen Argand'ſchen Lampe verglichen. Das Steinkohlen-Gas war vom ſpec. Gewicht 0,4675; das Oelgas hatte 3 Tage über Waſſer geſtanden, dabei 3 Procent an Raum verloren, und war vom ſpec. Gewichte 0,902 zu dem von 0,886 herabgekommen.

Digitized by Google

Verſuch mit d. Gas aus	Zeitdauer	Der Flamme Höhe e.Zoll	Der Flamme Abſt. v. Schatt.	Erlangte Wärmegrade	Verzehrte Gasmenge e. K.F.	Berechng relativer Hitze
1. St.khl.	10'57"	$3\frac{3}{4}$	$64\frac{1}{2}$ e.Z	120° F.	1,000	1,47 zu
Oel	—	3	$64\frac{1}{2}$	85	0,515	1
2. St.khl.	11 58	3	54	104	1,000	1,47 zu
Oel	—	$2\frac{3}{8}$	48	84	0,495	1
St.khl.	17 32	$4\frac{1}{2}$		96	1,00	1,31 zu
3. Oel	—	$2\frac{1}{2}$	gleich	73	0,46	1
Arg.L.	—	$1\frac{5}{8}$		42		0,57

Die Hitze welche das Steinkohlengas, ſolches Oelgas und Oel aus Samen gaben, ſtanden alſo nach dieſen drei Verſuchen zu einander in dem Verhältniſſe von 3 : 2 : 1.

Die Experimentatoren verſichern, nicht blos die 8 hier mitgetheilten, ſondern überhaupt 30 Verſuche mit Gaſen von verſchiedener Dichtigkeit und mit mancherlei Brenn-Mündungen, angeſtellt, und bei ihnen von ihrem Oelgas nie mehr als $2\frac{1}{2}$ Mal ſo viel Helligkeit als von gleichen Räumen Steinkohlengas wie man es käuflich haben kann, erhalten zu haben. Steinkohlengas, wovon ſie in einem kleinen Apparate aus $\frac{1}{4}$ Zentner Steinkohlen nur 50 K.F. übergetrieben hatten und Oelgas vom ſpec. Gew. 0,886, verhielten ſich in ihrer Helligkeit, wie ſie verſichern, wie 1 : $1\frac{1}{2}$; in London zeigte man dagegen Hrn Herapath einmal Oelgas das $3\frac{1}{2}$ mal heller als das Steinkohlengas ſeiner erſten Verſuchsreihe brannte. Solche Gaſe, meint er, taugen aber zu dieſen Verſuchen nicht, da ſie von denen die öffentlich verkauft werden verſchieden ſind. Und dieſe Bemerkung, fügt er hinzu, gilt auch von einer Reihe von Verſuchen, deren Reſultate der Committee des Unterhauſes vorgelegt worden ſind, und

nach welchem die Leuchtvermögen der beiden Gafe ſich wie $2\frac{3}{4}$: 1 verhielten. Denn da die ſpec. Gewichte derſelben 0,96 und 0,43 betrugen, war erſteres um 6 Procent ſchwerer als das Mittel aus 9 verſchiedenen Oelgaſen mit denen Hr. Herapath Verſuche gemacht hat, und letzteres leichter als das ſchlechteſte Steinkohlengas, das ihm je vorgekommen ſey. Das Mittel des ſpec. Gewichts von jenen 9 Oelgaſen war 0,900, und von 8 von ihm gebrauchten Steinkohlengaſen 0,500; (das des ölbildenden Gafes iſt 0,974, des leichten Kohlen-Waſſerſtoffgaſes 0,555) die relative Helligkeit beider war nach ſeinen Verſuchen $2\frac{1}{2}$: 1.

Zu Folge ſeines vorhin mitgetheilten fünften Verſuches giebt 1 Gallon Cachelot-Thran (*ſperm-oil*), koſtend 6 Shilling, eben ſo viel Helligkeit als 340 Kub.F. Steinkohlengas, koſtend 5 Sh. 1 Den., und als 143 K.F. Oelgas, koſtend 7 Sh. $1\frac{1}{4}$ D. Solche Verſuche habe er, ſagt Hr. Herapath, mehrentheils mit derſelben, theils mit einer gröſsern Argand'ſchen Lampe angeſtellt, und nach einem Mittel aus ihnen ergebe ſich, daſs man gleiche Helligkeiten erhalte von

1 Gallon Cachelot-Oel koſtend	6 Shilling
361 K.F. Steinkohlengas vom ſp. Gew. 0,500, koſtend	5 Sh. $4\frac{3}{4}$ D.
144 K.F. Oelgas vom ſpecif. Gewicht 0,900, koſtend	7 Sh. $2\frac{3}{4}$ D.

Nach den der Committee des Unterhauſes vorgelegten Verſuchen würde 1 Gallon Cachelot-Oel gleiche Helligkeit gebeu mit 131,9 K.F. Oelgas vom ſpec. Gewicht 0,900, koſtend 6 Sh. 7 Den.

Ihre Verſuche, meint Hr. Herapath, wären aber noch aus einem andern Grunde nicht beweiſend. Ihr Steinkohlengas ſey nämlich aus einem groſsen Gaſometer aus dem Haupt-Gaſometer der Compagnie gelei-

Digitized by Google

tet worden, wo es etwas Naphtha, die zum Leuchten beiträgt, abgeſetzt haben müſſe, indeſs das Oelgas eine bedeutende Menge Oeldampf enthalten haben müſſe. Es pflege von dieſem mehr als man denkt zu enthalten; denn während die Helligkeit von Steinkohlengas nur in dem Verhältniſſe der Dichtigkeit zunimmt, ſo geben von zwei Oelgaſen vom ſpec. Gewichte 0,876 und 1,009 das letztere 25 Procent Licht mehr als in dem Verhältniſs der Dichtigkeiten. Und wenn man Oelgas in einer Kugel comprimire, ſo ſetze ſich in ihrem Innern Oeldunſt ab und bilde an den Wänden einen Thau. Noch eine Quelle von Ungenauigkeit ſey das Beimengen von atmoſphäriſcher Luft zum Oelgaſe beim Umfüllen; eine kleine Menge derſelben zerſtöre die leuchtende Kraft deſſelben groſsentheils.

Die Frage, „welches der beiden Gaſe zum Beleuchten vorzuziehn ſey,“ beantwortet Hr. Herapath nun folgendermaſsen:

1. Die Zerſtörung der Leitungsröhren erfolge durch Näſſe, Schwefel-Waſſerſtoff und Schwefel-Waſſerſtoff-Ammoniak bei dem Steinkohlengaſe ſchneller als bei Oelgas, da letzteres dieſe beiden Gasarten nicht enthält. Blos die Näſſe wirke auf eiſerne Röhren, und wo die Temperatur dieſer ſo erniedrigt werde, daſs das Gas das in dem Gaſometer aufgenommene Waſſer nicht länger aufgelöſt (?) erhalten könne, zeige ſich ihre Wirkung vornämlich zu unterſt, wo die Röhren lothrecht an ausgeſetzten Orten anſteigen. Das Schwefel-Waſſerſtoffgas halte er dabei für unſchuldig, da ſich, nach Dr. Henry, das Steinkohlengas ſo reinigen laſſe, daſs es davon nicht mehr als $\frac{1}{2000}$ ſeines Raumes enthalte, und keine andern Leitungsröhren als eiſerne und kupferne durchfreſſen würde. Das Schwefel-Waſſerſtoff-Ammoniak aber ſcheine ihm an dieſer ſchädlichen Wirkung bei Kupferröhren groſsen Antheil zu haben, da die im Innern von Kupferröhren ſich findende Subſtanz als Schwefel-Kupfer und Ammoniak durch die Analyſe erkannt werde. Kupferröhren ſeyen daher zu verwerfen und Röhren von Eiſen, Zinn oder Blei vorzuziehn.

2. Was Geſtank und nachtheilige Producte des Verbrennens betreffe, ſo müſſe er behaupten, daſs beide Gaſe gleich unangenehm riechen, wenn ſie unverbrannt entweichen. Beim Verbrennen bilden ſich Waſſer und Ruſs in groſser Menge und ſchwefligſaures Gas, alle dieſe Producte laſſen ſich aber leicht durch eine

Digitized by Google

Röhre, die man über der Flamme anbringt ableiten. Wenn nach Dr. Henry zuſammengeſetzt ſind 100 Theile

	Oelgas vom ſpec.Gew.0,906	Steinkohlengas v. ſp. Gw. 0,500
aus ölbildendem Gaſe	38	7 Thln
Kohlen-Waſſerſtoffgas	46,5	55,8
Waſſerſtoffgas	3,1	21,3
gasförmigem Kohlnſtoffoxyd	9,3	11,1
Stickgas	3,1	4,6

und mit den beiden Brennöffnungen mit 15 Löchern, in 1 Stunde 2 K.F. Oelgas und 5 K.F. Steinkohlengas verbrennen, im Mittel des ganzen Jahrs aber man täglich 3½ Stunde lang künſtliches Licht bedürfe; ſo verbrennen im Oelgas in jeder Stunde 440, im Steinkohlengas aber 944 Gran Waſſerſtoff, und bilden jene 396 Gran oder 9 Unzen und 33 Gran, dieſe 8496 Gran oder 19 Unzen und 183 Gran *Waſſer*. . . Wenn Gas, wenn es brennt, in der Nähe *Ruſs* oder Kohlenſtoff abſetze, ſo ſey das kein Fehler, ſondern eine Vollkommenheit; denn da bekanntlich brennendes reines Waſſerſtoffgas gar nicht leuchte, ſo beruhe das ganze Erleuchtungs-Vermögen eines Gas auf Anweſenheit von Kohlenſtoff. Wenn zu viel Gas im Verhältniſs des Sauerſtoffs zuſtrömt, ſo verbrennt nur der Waſſerſtoff vollſtändig, und ein Theil des Kohlenſtoffs, den es aufgelöſt enthielt, ſetzt ſich unverbrannt als ein ſchwarzes Pulver ab. *Schweflige Säure* bildet Oelgas beim Verbrennen gar nicht, und Steinkohlengas nur höchſt wenig, da Hr. Dr. Henry gezeigt habe, daſs das auf gewöhnliche Weiſe gereinigte nur $\frac{1}{2000}$ ſeines Raumes Schwefel-Waſſerſtoffgas enthalte. Verbrennen jährlich 5500 K.F. Steinkohlengas aus den gewöhnlichen 15 Löchern, ſo ſey davon nur ½ K.F. Schwefel-Waſſerſtoffgas und das könne nur 1½ Unzen ſchweflige Säure erzeugen.

4. Eine Eigenſchaft mache, behauptet Hr. Herapath, das Oelgas zu öffentlichem Gebrauche minder geſchickt als das Steinkohlengas, nämlich, daſs es ſo leicht auszulöſchen ſey. Er habe es, ſagt er, aus 9 Fuſs Abſtand ausgeblaſen, als es aus den 15 feinen Löchern brannte. In windigen Nächten könnte daher leicht ein ganzer damit erleuchteter Diſtrict in Finſterniſs verſetzt werden.

5. Als der normale Verkaufspreis laſſe ſich, wie er glaube, für 1000 K.F. Steinkohlen-Gas 15 Shilling, und für 1000 K F. Oelgas 50 Shilling nehmen. Wenn aber das mittlere ſpecif. Gewicht des erſtern 0,500 und des letztern 0,900 ſey, (welches er der Wahrheit für ſehr nahe halte), ſo ſollten die Preiſe, dem Vorigen zu Folge, ſeyn 15 Sh. und 37 Sh. 6 Den. Wenn alſo von dem Oelgas, wie gewöhnlich, 1000 K.F. auf 50 Shilling zu ſtehn kommen, ſo ſey es um 33¾ Procent *theurer* als es im Verhältniſs zum Steinkohlengas ſeyn ſollte, nach der Lichtmenge die es giebt *).

*) Ein dem Reſultate der Verſuche der HH. Preuſs, Philipps, Clement etc. ganz entgegengeſetztes Reſultat, zu dem die Andeutungen auf S. 139 die Erklärung geben dürften. *G.*

Digitized by Google

IV.

Eine Bemerkung über Gaslicht aus Oel und aus Steinkohlen,

als erläuternder Zusatz zu den drei vorhergehenden Aufsätzen;

von Gilbert.

Dafs wiſſenſchaftliche Verſuche, über die ein ſo umſtändlicher und im Ganzen genügender Bericht, als der vorſtehende, vorgelegt wird, durch welchen die Männer, die ſie angeſtellt haben, hinlänglich beurkunden, dafs ihnen die Einſichten nicht fehlten, die zur richtigen Anordnung und Beurtheilung ſolcher Verſuche nöthig ſind, — Glaubwürdigkeit haben, ſelbſt wenn die Fehlergränzen weiter auseinander lägen, als es bei denen der HH. Herapath und Rootſey der Fall iſt, — darüber werden meine Leſer mit mir einig ſeyn. Auch erklärt Hr. Ingenieur Preuſs ausdrücklich (S. 147), dafs er den Chemikern, welche Reſultate dieſer Art erhalten haben, keineswegs zur Laſt lege, dafs ſie ſchlecht experimentirt, oder etwas anderes ausgeſagt hätten als ſie fanden; nur ſey es ihnen nicht gelungen ein ſo vorzügliches Oelgas, als die HH. Taylor und Martineau, zu bereiten. Dieſes vorausgeſetzt hat eine Vergleichung der Verſuche und Notizen des Hrn Herapath, der ſeine Bereitungsart genau angiebt, mit der in den vor-

Digitized by Google

hergehenden Aufſätzen mitgetheilten, manches Belehrende.

Sein ſelbſt bereitetes Oelgas ſoll im Mittel das ſpec. Gewicht 0,900 (bei der erſten Reihe der Verſuche ſelbſt nur von 0,876), ſein Steinkohlengas, welches aber aus den Gaſometern der Briſtoler Steinkohlengas-Compagnie genommen wurde, das ſpecif. Gewicht 0,5433 gehabt haben, dabei roch ſein Oelgas eben ſo widrig als das brennbare Gas aus den Steinkohlen, und es gab beim Verbrennen beider Gaſe unter den für ſie vortheilhafteſten Umſtänden nach mannichfaltig abgeänderten photometriſchen Verſuchen gleiche Helligkeit 1 Kub. Fuſs ſeines Oelgas mit 2¼ K.F. des Steinkohlengas. Dagegen erhielt Hr. Ingen. Preuſs von 1 K.F. Oelgas aus den Anſtalten der HH. Taylor und Martineau ſo viel Helligkeit als von 3½ Kub.F. Steinkohlengas der Londner Anſtalten; und nach dem oben (S. 148) angeführten Verſuche des Hrn Dewey zu New-York mit Oelgas vom ſpec. Gew. 0,9395 der Hrn Taylor, und mit Steinkohlengas vom ſpec. Gewicht 0,4069 aus einer Londner Gasanſtalt verbrannten bei gleichen Helligkeiten in 1 Stunde 1,37 K.F. von jenem, 4,85 K.F. von dieſem, alſo Räume im Verhältniſs von 1 : 3,540. Ganz daſſelbe war das Reſultat, welches die HH. Phillips und Faraday erhielten bei gemeinſchaftlich angeſtellten Verſuchen mit Gaſen aus zwei verſchiednen Londner Anſtalten von folgenden ſpecif. Gewichten: Oelgas 0,9657, Steinkohlengas 0,4291, und Oelgas 0,9395, Steinkohlengas 0,406 nach denen ſie das Leucht-Vermögen des Oelgas 3,5

Digitized by Google

und 3,541 mal so grofs als das des Steinkohlengas fanden.

Sehr auffallend ist hierbei zuerst das so äufserst geringe specif. Gewicht des Steinkohlengas aus Londner Steinkohlengas-Anstalten, nur 0,4069 und 0,4291. Ist es richtig, dafs das specif. Gewicht des leichtesten (ersten) Kohlen-Wasserstoffgas (der Sumpfluft), wie Hr. Thomson nach seinen Versuchen angiebt, 0,555 (nach der Berechnung 0,562) ist, so müfste das Steinkohlengas der Londner Gasanstalten zu $\frac{1}{4}$ bis zu $\frac{1}{5}$ aus reinem Wasserstoffgas bestehn, wie bei dem Glühen von Steinkohlen in verschlofsnen Räumen reines Wasserstoffgas entstehn solle, sehe ich indefs nicht ein. Oder enthielt etwa das von Hrn Thomson gewogene Gas, aller seiner Vorsicht ungeachtet, noch Oeldampf oder ölbildendes Gas in sich, und fand er deshalb das spec. Gewicht desselben bedeutend zu hoch? Nochmalige Wägung der Sumpfluft würde dieses am leichtesten entscheiden. Dafs das Bristoler Gas das specif. Gewicht 0,5433 gehabt habe, scheint auf Angaben der Steinkohlengas-Compagnie nicht auf eigne Wägung des Hrn Herapath zu beruhen. Das Steinkohlengas womit er die Versuche über die Hitze der beiden Arten Gasflammen anstellte, war nur vom spec. Gew. 0,4675, und das Mittel aus 8 von ihm gebrauchten Steinkohlengasen nur 0,500. Wie er zu dieser Bestimmung kam, zeigt er nicht an. Hat Hr. Herapath wirklich, wie er angiebt, als er aus $\frac{1}{4}$ Zentner Steinkohlen nur 50 K.F. Gas in einem kleinen Apparate austrieb, ein Steinkohlengas erhalten, das bei gleichen verbrannten Räumen als von Oelgas

Digitized by Google

vom ſpec. Gewichte 0,886, eine Helligkeit gab die zu der dieſes Oelgas ſich wie 1 : 1½ verhielt, ſo muſste es auſserordentlich viel ölartige Theile enthalten, die aus dem durch die Erhitzung entſtehenden Steinkohlentheer dunſtförmig mit verflüchtigt wurde *) (denn ölbildendes oder über-ölbildendes Gas können ſich nicht im Anfange, höchſtens gegen Ende der Verkohlung, aus den Steinkohlen ſelbſt bilden). War das aber bei dieſem Verſuche der Fall, ſo iſt es nicht unwahrſcheinlich, daſs daſſelbe bei allen Bereitungen von Kohlen-Waſſerſtoffgas aus Steinkohlen in den Laboratorien der Chemiker mehr oder weniger geſchehn ſey, und daſs wir erſt bei der Entbindungs- und Reinigungs-Art des Kohlen-Waſſerſtoffgaſes, wie ſie in den groſsen Gasanſtalten vorgenommen werden, und dem langen Stehn des Gas über Waſſer, ganz *reines* künſtlich bereitetes Kohlen-Waſſerſtoffgas erhalten haben **).

Eben ſo auffallend iſt es, daſs das ſpec. Gewicht des Oelgas aus den von den HH. Taylor und Martineau angelegten Gaslicht-Anſtalten in London (0,94 bis

*) Vergl. meine Verſuche mit Gaslicht aus kienigem Holze, die in den früheren Bänden dieſer Annal. (B. 22. S. 72.) mehrmals erwähnt worden ſind; ich verbrannte bei ihnen das Gas ohne es zu waſchen oder mit Waſſer in Berührung zu bringen, in geringer Entfernung von dem ſtark glühenden Verkohlungsgefäſse, und es ſtand an Glanz und Helligkeit dem Oelgas ſchwerlich nach, führte aber ſtets ſichtbaren Dunſt mit ſich. *Gilb.*

**) Ich würde noch eine andere Vermuthung haben, wenn nicht das Steinkohlengas der Gasanſtalten dem von Hrn Herapath

0,965) ſo auſserordentlich viel gröſser als das des Oelgas iſt welches Hr. Herapath bereitet hat (0,876 bis 0,902 und im Mittel nur 0,900). Reines ölbildendes Gas hat nach Hrn Theodor de Sauſſure das ſpec. Gew. 0,9784. Hr. Herapath hatte nicht überſehn daſs die erhitzte Oberfläche wenn Oel zerſetzt werden ſoll möglichſt zu vergröſsern iſt, und zu dem Ende Backſteine in ſeine Retorte gethan; die alten Chemiker brachten Sand in die Retorten in denen ſie Oel und Fett zerſetzen wollten. Hr. Clement giebt bei ſeiner Beſchreibung des Apparats, worin die HH. Taylor ihr Oelgas bereiten an, es würden Koaks in die Retorte gethan; ſein Ausdruck iſt freilich von der Art, daſs ich anfangs zweifelhaft bleiben konnte ob es nicht heiſsen ſolle *unter* die Retorte (alſo in den Ofen). Da indeſs poröſe Koaks tauglicher zum Zurückhalten und heftigen Erhitzen von Oel, das in einem ſchwachen Strom in die Retorte hineinrinnt, als Backſteine zu ſeyn ſcheinen; da es ferner bei der Bereitung eines möglichſt hell leuchtenden Gaſes darauf ankömmt ein an Kohlenſtoff möglichſt reiches Kohlen-Waſſerſtoffgas durch die Zer-

bereiteten an Leuchtkraft bedeutend nachgeſtanden hätte. Bei der neuen von Hrn Clegg eingerichteten Art die Steinkohlen zu deſtilliren, kommen ſie vollkommen trocken in den das Gas entbindenden Theil des Apparats. Sie auszutrocknen daran dachte man früher nicht; ſind ſie dieſes aber nicht, ſo entſteht durch die Zerſetzung ihres hygrometriſchen Waſſers in der Glühehitze zugleich mit dem Kohlen-Waſſerſtoffgas noch gasförmiges Kohlenſtoffoxyd, deſſen ſpecif. Gewicht 0,957 iſt. *Gilb.*

Digitized by Google

ſetzung des Oels zu bilden, indem dieſes Gas deſto ſtärker leuchtet, je mehr es des Kohlenſtoffs gebunden enthält; und da endlich die vortheilhafteſten Umſtände für eine ſolche Vereinigung möglichſt vielen Kohlenſtoffs mit denſelben das Entbinden von Waſſerſtoff oder Kohlen-Waſſerſtoff in Berührung mit geringem Kohlenſtoff iſt (und daraus beſtehn Koaks abgeſehn von dem Fremdartigen das beim Verbrennen als Aſche zurückbleibt); — ſo glaube ich, daſs Hrn Clement (der ſelbſt in England geweſen iſt und dort ſeine Notizen eingezogen hat) darin Recht hat, daſs man Koaks in die Retorten zur Bereitung des Oelgas thut; und darin hauptſächlich möchte ich den Grund ſuchen, warum die Hrn Taylor und Martineau ein Oelgas darſtellen, welches an Helligkeit das von Hrn Herapath bereitete ſo weit übertraf. Iſt wirklich je ein Oelgas vom ſpecif. Gewicht 1,009 vorgekommen, wie Hr. Herapath S. 163 behauptet, ſo muſs es entweder viel von den Dalton'ſchen über-ölbildendem Gas oder von Oeldampf in ſich geſchloſſen haben. Ich begnüge mich für jetzt mit dieſen wenigen Bemerkungen, indem ich in einem der folgenden Stücke Gelegenheit haben werde auf dieſen Gegenſtand zurück zu kommen.

Digitized by Google

V.

Beitrag zur Naturgeſchichte des Harmotoms,

von

Profector Dr. Wernekinck zu Gieſsen.

Der Kreuzſtein, welcher ſich in verſchiedenen Baſalt-Mandelſteinen der hieſigen Gegend findet, ſteht zwar den bekanntern Abänderungen an Auszeichnung und Gröſse der Kryſtalle ſehr weit nach, und iſt alſo für den Sammler höchſt unbedeutend; jedoch bot genauere Unterſuchung deſſelben manche ſowohl chemiſche als kryſtallogiſche Merkwürdigkeiten dar, und dieſe veranlaſste gegenwärtige Mittheilung.

Einige Stücke Baſalt-Mandelſtein aus dem *Vogelsberge*, die mir zugeſchickt wurden, machten mich zuerſt mit dem Kreuzſteine dieſer Baſalt-Bildungen bekannt. Ich fand darin mikroskopiſche vierſeitig-prismatiſche Kryſtällchen mit vierflächiger Zuſpitzung gegen die Kanten, welche ich für Kreuzſtein anſprach.

Bald darauf fand ich ähnliche, aber etwas gröſsere Kryſtällchen in ziemlicher Menge in dem Mandelſteine beim Dorfe *Annerode* und auch am *Schiffenberge*. Beide Plätze ſind 1 Stunde von Gieſsen, und ¾ Stunde von einander entfernt, und gehören zu einem Baſaltzuge, welcher als ein Auslaufer des Vogelsberges anzuſehen iſt.

Die Richtigkeit meiner Beſtimmung dieſer Mineralkörper wurde aber mehrfach in Zweifel gezogen.

Digitized by Google

Man wollte eine Abweichung ihres chemiſchen Verhaltens, von dem des Harmotoms darin gefunden haben, daſs ihnen nach Verſuchen der Baryt-Gehalt völlig abgehe, und glaubte, dem zu Folge ein neues noch nicht bekanntes Foſſil vor ſich zu haben. Dieſes veranlaſste mich die *chemiſche Unterſuchung* des Minerals und zwar zuerſt des von *Annerode* vorzunehmen.

1.

Es kömmt bei Annerode daſſelbe zwar häufig genug vor, die Kryſtällchen ſind aber ſo klein, und zudem ſo häufig mit Wad, Eiſenoxyd-Hydrat und einem Bolus-artigen Körper überzogen, daſs es auſserordentlich ſchwer hält, eine gehörige Menge deſſelben zu gewinnen. Nur Kryſtällchen ſammeln zu wollen, an welchen ſich von Eiſenoxyd-Hydrat und Wad keine Spur fände, darauf muſs man durchaus verzichten.

A. Um vor allen den Waſſer-Gehalt zu beſtimmen, wurden mehrere Glühungs-Verſuche angeſtellt. Bei ihnen verloren durch ½ ſtündiges Glühen 13,0156 Gran des blos an der Luft getrockneten Foſſils 2,344 Gran an Gewicht; welchen Gewicht-Verluſt, als Waſſer angenommen, 18 von hundert betragen würde. Allein mehrere Verſuche machten es mir wahrſcheinlich, daſs der *ſo* getrocknete Harmotom noch etwas blos mechaniſch gebundenes Waſſer enthalte, der gefundene Waſſer-Gehalt alſo zu groſs ſey; und zugleich überzeugte ich mich, daſs ſchon ein ſehr geringer Wärme-Grad ſelbſt das chemiſch gebundene Waſſer wenigſtens zum Theil verflüchtige.

Ich trocknete daher nun erſt eine kurze Zeit lang

Digitized by Google

den Harmotom zwiſchen zwei etwas erwärmten Porzellan-Schalen, und glühte ihn alsdann. Dabei verminderte ſich bei drei Verſuchen

	13,2344	; 10,625	; 9,6563	Gran Harmetom
auf	10,938	; 8,809	; 7,95	Gran
d. i. um	17,3	; 17,1	; 17,68	pro Cent

Das arithmetiſche Mittel dieſer drei Verſuche giebt alſo auf 100 Theile 17,37 Theile Waſſer.

Glühungs-Verſuche mit Harmotom, der etliche Minuten auf einer ſchwach erwärmten Ofenplatte abgetrocknet worden war, ergaben folgendes:

Harmotom	12,047	; 25	; 9,1413 Gran
verminderten ſich auf	10,0313	; 20,8125	; 7,5944 Gran
d. i. um	16,731	; 16,75	; 16,922 pro Cent.

Das arithmetiſche Mittel giebt auf 100 Gewtheile 16,801 Gwthle Waſſer. — Ich glaube der Wahrheit mich am meiſten zu nähern, wenn ich von beiden Mitteln das arithmetiſche Mittel, gleich 17,09, als den wahren *Waſſer*gehalt annehme.

B. Von dem geglühten Anneröder Harmotom zerrieb ich 58,5 Gran zum feinſten Pulver, und erhielt ſie mit 160 Gr. entwäſſertem kohlenſaurem Kali, welches durchaus frei von ſchwefelſaurem Kali war, ½ Stunde lang im Platin-Tiegel in ſchwacher Rothglühhitze. Die Maſſe war ziemlich vollſtändig gefloſſen, zeigte an der Oberfläche Perlmutterglanz und ſpielte etwas ins Bläuliche. Sie wurde mit Waſſer und Salzſäure behandelt, und löſte ſich darin auf mit Hinterlaſſung einer Kieſel-Gallerte. Durch Abrauchen bis zur ſtaubigen Trockne und Wieder-Aufnehmen in Waſſer und etwas Salzſäure, wurde die *Kiefelerde*

Digitized by Google

als graues Pulver ausgeſchieden; ſie wog nach dem Glühen 37,4443 Gran.

C. Die Flüſſigkeit, von welcher die Kieſelerde getrennt worden war, wurde ſtark diluirt, und dann mit einer Auflöſung von ſchwefelſaurem Natron verſetzt. Nach anhaltendem Umrühren erfolgte eine ſchwache Trübung. Was ſich zu Boden ſetzte wurde geſammelt und wog nach dem Glühen 0,4165 Gr. Fernere Prüfung dieſes Niederſchlages lehrte, daſs er aus ſchwefelſaurem Baryt beſtand; und folglich enthielt er 0,275 Gr. *Baryt.*

D. Nach Abſcheidung des Baryts wurde die etwas ſaure Flüſſigkeit in der Kälte, allmälig, unter ſtetem Umrühren, mit kohlenſaurem Natron bis zur Neutraliſation verſetzt. Der entſtandene bedeutende, völlig weiſse Niederſchlag, gab 15,0123 Gr. geglühter *Thonerde*, und 0,2 Gr. rothes *Eiſenoxyd.*

E. In der neutralen Flüſſigkeit von *D* bewirkte ſauerkleeſaures Kali eine Fällung von ſauerkleeſaurem Kalk; getrocknet wog derſelbe 11,8 Gr., und daraus wurden durch Glühen 4,7025 ätzender *Kalk* erhalten.

F. Die nach Abſcheidung des Kalks übrig bleibende Flüſſigkeit verſetzte ich mit kohlenſaurem Natron und kochte ſie damit. Dabei erſchienen in geringer Menge weiſsliche Flocken, die ſich aber bald braun färbten, und geglüht 0,218 Gran wogen. Mit Salzſäure übergoſſen löſten ſie ſich in ihr unter Entwickelung von Chlorin-Dämpfen bis auf etliche Flokken auf, welche geglüht 0,025 Gr. wogen, und ſich wie *Thonerde* verhielten; die Menge des *Manganoxydes* mit etwas *Eiſenoxyd* in der ſalzſauren Auflöſung beträgt alſo 0,193 Gran.

Digitized by Google

Die zur Analyse angewandten 58,5 Gran sind also zerlegt in:

Kieselerde	37,4443	Gran
Thonerde	15,0123	
	0,025	(*F*)
Kalk	4,7025	
Baryt	0,2749	
Eisenoxyd	0,2000	
Mangan- und Eisen-Oxyd	0,193	
	57,852	

Sonach bestände der Harmotom von Annerode in 100 Theilen aus:

Kieselerde	53,07	Theilen
Thonerde	21,31	
Kalk	6,67	
Baryt	0,39	
Eisen- und Mangan-Oxyd	0,56	
Wasser	17,09	
	99,09	

Diese Analyse wurde mit 25 Gran wiederholt, und gab ganz ähnliche Resultate, ausser dass der Baryt-Gehalt etwas weniges grösser, und der Kalk-Gehalt um weniges geringer ausfiel; da aber bei der Arbeit etwas verunglückte, so eignen sich die Resultate nicht dazu, mit den Resultaten der ersten Untersuchung zur Ausmittelung eines arithmetischen Mittels benutzt zu werden.

Ich suchte mir nun auch von dem *Schiffenberger Harmotom* eine gehörige Menge zu verschaffen, um das Mischungs-Verhältniss desselben ebenfalls zu bestimmen. Zwar kömmt diese Abänderung mitunter in etwas grösern Krystallen vor, aber auch in weit geringerer Menge, so dass ich in allem nur 13,266 Gr.

Digitized by Google

in Kryſtällchen zuſammenbrachte. Dieſe 13,266 Gr. wogen nach halbſtündigem Glühen noch 11,2545 Gr., welcher Gewichts-Verluſt als Waſſer berechnet 15,3252 pro Cent anzeigen würde. — Von dem feinen Pulver dieſes geglühten Harmotoms wurden 11,0155 Gran durch Glühen mit der dreifachen Menge kohlenſauren Kalis zerlegt, und als bei der Analyſe derſelben der vorige Weg wieder eingeſchlagen wurde, ſchieden ſich daraus ab:

Kieſelerde	5,829	Gran
Thonerde	2,507	
Baryt	2,287	
Kalk	0,137	
Eiſen- und Mangan-Oxyd	0,113	
	10,873	

Nach dieſen Reſultaten der Analyſe würde der Schiffenberger Harmotom in 100 Theilen enthalten:

Kieſelerde	44,79	Thle
Thonerde	19,28	
Baryt	17,59	
Kalk	1,08	
Eiſen- und Mangan-Oxyd	0,85	
Waſſer	15,32	
	98,91	

Dieſe Unterſuchungen weiſen alſo in beiden Foſſilien dieſelben Beſtandtheile nach, welche andere Chemiker in dem Harmotome von Andreasberg und Oberſtein auffanden. Auffallend und in vielfacher Beziehung merkwürdig iſt es allerdings, in demſelben kryſtallifirten Mineral derſelben Gegend auf ſo groſse Abweichungen des Quantitativen der einzelnen Beſtandtheile zu ſtoſsen; indeſs finden wir auch ſchon Abweichungen um etliche Procente bei Vergleichung der be-

Digitized by Google

kannten Analyſen des Andreasberger und des Oberſteiner Harmotoms. Ein Beſtandtheil des Harmotoms, der in keiner der bisher zerlegten Abänderungen aufgefunden wurde, iſt der Kalk, welcher in beiden von mir analyſirten Abänderungen ſich findet. In der Anneröder Abänderung, deren Baryt-Gehalt ſo unbedeutend iſt, daſs er bei nicht ſorgfältiger Arbeit leicht überſehen werden kann, iſt der Kalk-Gehalt um vieles bedeutender als in der Schiffenberger Abänderung, welche dagegen einen viel bedeuteren Baryt-Gehalt hat. In der erſten Abänderung ſcheint alſo der Kalk zum Theil wenigſtens den fehlenden Baryt zu erſetzen.

2.

Schon früher wurde bemerkt, daſs der Harmotom zu Annerode ſich immer ganz deutlich *kryſtalliſirt* findet, wenn auch die Kryſtällchen ſehr klein ſind. Ich unterſuchte mit Aufmerkſamkeit an den vielen einzelnen Kryſtällchen, welche ich für die Analyſe ſammelte, die Kryſtall-Form und fand nie eine andere, als das *völlig quadratiſche* Prisma mit vierflächiger Zuſpitzung gegen die Kanten geſetzt. Die Seitenflächen des Prismas ſind ſich in aller Beziehung vollkommen gleich, ſie zeigen bei gleicher Ausdehnung keinen Unterſchied des Glanzes, auch bemerkt man nie eine Spur von Reifung auf ihnen.

Dieſe Bemerkung verdient vorzüglich beachtet zu werden, da bekanntlich die Meinungen der Mineralogen über die Kryſtalliſation des Harmotoms noch getheilt ſind. Hauy nahm das Syſtem des quadratiſchen Octaeders an; dieſer Annahme pflichteten viele

Mineralogen bei, andere widerſprachen ihr. Insbeſondere erklärte neuerlich Mohs die Kryſtalliſation des Harmotoms nach ſeiner Nomenklatur für prismatiſch, und läugnet alſo die Identität der Flächen des vierſeitigen Prismas, und der Kanten der vierflächigen Zuſpitzung, indem er Hauy's Meſſungen der letzteren für unrichtig erklärt.

Die angeführten Beobachtungen ſcheinen der Hauy'ſchen Annahme das Wort zu reden. Man findet einzelne ſolche Prismen von bedeutender Länge, hingegen zuweilen auch andere Kryſtalle, die ganz das Anſehen eines Rauten-Dodekaeders haben. Nie nahm ich an einem einfachen Anneröder Kryſtalle die von Hauy mit *s* bezeichnete Fläche wahr. Lange ſuchte ich mit vieler Aufmerkſamkeit nach *Zwillings-Kryſtallen* beim Harmotom von Annerode, zum Theil auch um darin noch mit einen Beleg für meine mineralogiſche Beſtimmung zu haben, aber ich ſuchte vergebens. Erſt nachdem ich ſchon die chemiſche Unterſuchung beendigt hatte, fand ich zufällig an einem Stücke, welches viele Blaſenräume mit einfachen Kryſtallen von der oben beſchriebenen Form enthielt, auch einen kleinen Raum der Art mit etlichen wirklichen Zwillingen ausgekleidet, welche jedoch von den bekannten Zwillingen anderer Fundörter abweichen. Seit der Zeit ſind tiefere Lagen dieſes Baſalts durch einen Verſuch-Bau auf Braunkohlen mehr aufgeſchloſſen, und dabei haben ſich Zwillings-Kryſtalle mehrmals gefunden, jedoch ſind ſie immer noch ſehr ſelten; ein Mehreres darüber werde ich unten mittheilen.

Auch der *Schiffenberger* Harmotom kommt ſeltener in vollkommen gebildeten Zwillingen vor, jedoch

Digitized by Google

viel häufiger als der Anneröder, so dafs ich gleich beim Auffinden dieser Abänderung auch schon Zwillinge bemerkte; Anlage zur Zwillings-Bildung findet man dagegen bei ihm oft genug.

Die *einfachen* Krystalle desselben sind oft rechteckig-vierseitige Prismen, welche an den Enden durch zwei gegen die schmälern Seitenflächen gesetzten Flächen zugeschärft sind (s. Taf. II Fig. 1); auch zeigen diese Krystalle, anstatt der Kanten *D*, mitunter die Flächen des quadratischen Octaeders in verschiedenem Grade der Ausbildung. Wenn bei Andreasberger Harmotom einfache Krystalle vorkommen, so pflegen *die* Seitenflächen der Säule am meisten erweitert zu seyn, welche in einer Zone liegen mit den Flächen *s*; hier sind immer diese Seitenflächen der Säule die schmälsten.

Völlig quadratische Prismen mit vierflächiger Zuspitzung kommen auch unter den Schiffenberger Krystallen vor, und stimmen dann ganz mit den Krystallen von Annerode überein. Unter den Prismen mit rein ausgebildeter vierflächiger Zuspitzung bemerkte ich auch einzelne mit zwei gröfsern Seitenflächen.

Die Form anderer vorkommenden einfachen Krystalle versinnlichet Fig. 2. Die Prismen, woran sich eine dornartige Ausbildung ihrer Enden findet, sind nie ganz quadratisch, meistens etwas weniges rectangulär, um so mehr, je mehr die Flächen *s* sich entwickeln.

Im Allgemeinen mufs ich noch bemerken, dafs die Flächen *s* da, wo sie bestimmter ausgebildet vorkommen, nie unter gleichem Winkel mit der Axenkante des quadratischen Octaeders gegen die Axe geneigt zu seyn scheinen, sondern immer unter einem

Digitized by Google

ſpitzern, ſo daſs die Flächen des quadratiſchen Octaeders, wenn ſie in Combination mit den Flächen *s* vorkommen, nicht längliche Rauten, ſondern Trapeze bilden; in den beigefügten Zeichnungen wurde indeſſen darauf keine Rückſicht genommen. Bei den Andreasberger Kryſtallen haben die Flächen *s* mit den Kanten gleiche Neigung gegen die Axe; die Kleinheit der Schiffenberger Kryſtalle lieſs keine genaue Unterſuchung zu, ob die oben angegebene Abweichung der Neigung der Fläche *s* wirklich conſtant iſt, und ob mithin dieſe Fläche wirklich von der von Hauy angegebenen Fläche verſchieden iſt, oder nicht. Uebrigens glaube ich ähnliche Abweichungen der Neigung auch bei Schottiſchen Harmotom-Kryſtallen gefunden zu haben, wenn anders ſie nicht blos in einer unvollkommnen Ausbildung der Flächen begründet wären. Die an den Enden zugeſchärften Harmotom-Kryſtalle vom Schiffenberge ſind oft gröſser, als die übrigen Kryſtalle.

Die ausgezeichneteren Zwillings-Kryſtalliſationen vom Schiffenberge und von Annerode laſſen die Zwillingsbildung bloſs deutlich erkennen, wenn man ſie von oben her in der Richtung der Axe betrachtet. Ein meiſtens völlig quadratiſches Prisma zeigt an ſeinen Enden ein Kreuz, gebildet durch das rechtwinkliche Durchſchneiden zweier Kanten. Vom Durchſchnittspunkte aus erſtrecken ſich vier einſpringende Kanten zu den vier Seitenkanten des Prismas. Vorzüglich intereſſant wird dieſe Zwillings-Bildung in ihrem, wiewohl ſeltenen Vorkommen unter den Anneröder Kryſtalliſationen; auch zeigt ſie ſich ſo rein, ohne alle Andeutung der Flächen des quadratiſchen Octaeders

Digitized by Google

nur bei dieſen. An keiner einfachen Kryſtalliſation von Annerode fanden ſich bisher die Flächen *s*, in dieſer Zwillings-Bildung ſcheinen aber zwei Kryſtall-Individuen, denen die Flächen der Fig. 1 zukommen, in rechtwinklicher Durchwachſung. Der Mangel an Symmetrie, den die einfachen in dieſer Durchwachſung auftretenden Formen zeigen, ſchwindet in der Zwillings-Bildung ſelbſt völlig; ſie erſcheint durchaus ſymmetriſch gebildet. Durchaus ſymmetriſche Bildung zeichnet die einfachen Kryſtalle von Annerode aus, wie wir früher ſahen, und eben deswegen ſind auch Zwillinge ſo ſelten; wo aber Tendenz zu unſymmetriſcher Bildung ſich hier hervorhob, da wurde ſie gleich durch Zwillings-Bildung wieder ausgeglichen. Da meiſtens kein Streben zur Bildung rectangulärer Prismen eintrat, ſo können natürlich auch an den Kanten des Prisma keine Spuren von einſpringenden Winkeln vorkommen. Selbſt da, wo bei Anneroder Zwillingen dieſer Art ſich das rectanguläre Prisma bildet, bemerkt man an den Kanten deſſelben die einſpringenden Winkel nicht; es hat dann alſo eine Verſchiedenheit der Dimenſionen der beiden durchwachſenen Kryſtalle Statt.

Hr. Weiſs hat eine Zwillings-Kryſtalliſation von Pentagonal-Dodecaedern des Schwefelkieſes bekannt gemacht, wo die Kanten zweier Pentagonal-Dodecaeder in rechtwinkliger Durchwachſung erſcheinen; die vorliegende Zwillings-Bildung zeigt in ihrer Art gewiſs viele Analogie mit dieſer des Schwefelkieſes. An dieſen Schwefelkies-Zwillingen zeigen ſich alle Flächen einer einfachen aber ſymmetriſchen Form vereint, deren Hälfte, das Pentagonal-Dodecaeder, in Be-

Digitized by Google

ziehung zum regulären Syſtem nicht ganz ſymmetriſch gebildet iſt. In den Zwillingen des Harmotoms finden wir alle Flächen einer Form, die ſich als quadratiſches Prisma an den Enden vierflächig zugeſpitzt, die Zuſpitzungs-Flächen gegen die *Flächen* des Prismas geſetzt, beſchreiben läſst; die einfachen Formen, aus welchen ſich ſolch ein Harmotom-Zwilling zuſammenſetzen lieſs, können ebenfalls, wenn auch nicht ſo rein, gewiſſermaſsen als Hälften der eben bemerkten Form gelten.

Die Schiffenberger Zwillinge, die den eben beſchriebenen von Annerode am nächſten kommen, zeigen bei den übrigen Flächen immer auch die Flächen des quadratiſchen Octaeders in geringerer oder gröſserer Ausdehnung. Je weniger die Octaeder-Flächen ausgebildet ſind, deſto deutlicher iſt die Zwillings-Bildung, je mehr erſt genannte Flächen ſich entwikkeln, deſto weniger auffallend findet man die Zwillings-Bildung. Fig. 4 und 5 verſinnlichen dieſs. Es kommen Kryſtalle vor, an welchen die Tendenz zur Zwillings-Bildung ſich blos noch als eine ſchwache Einkerbung der Endſpitzen des vierſeitig-prismatiſchen Kryſtalls zeigt, wir ſehen alſo hier in einer Reihe von Kryſtallen auffallende Zwillings-Bildung, blos durch allmäliges Ueberhandnehmen einzelner Flächen in Bildung einfacher Kryſtalle übergehen. Während auf der einen Seite das ſtarke Streben zu unſymmetriſcher Bildung in vorſtehender Zwillings-Bildung offenbar wird, ſehen wir auf der andern Seite, ſobald dieſes Streben zurücktritt, die Reſultate der bei der Kryſtalliſation in der Maſſe wirkenden Kräfte als einfache Formen auftreten.

Digitized by Google

Nur an zwei Zwillingen von Annerode bemerkte ich bisher Spuren der Octaeder-Flächen, die Prismen derſelben waren rectangulär.

Ferner finden ſich am Schiffenberge nicht ſelten Kryſtalle, wie ſie Fig. 6 zeigt; man könnte dieſe aus Fig. 2 und Fig. 5 zuſammenſetzen. In den Theilen der Zuſpitzungen des Kryſtalles, welche den Seitenflächen des Prismas näher liegen, offenbart ſich ein Streben zu unſymmetriſcherer Bildung als Fläche *s*, wobei auch gleich das Prisma ſelbſt rectangulär wird; an den Spitzen des Kryſtalls hat ſich aber, beim Streben zu unſymmetriſcher Bildung doch die Symmetrie wieder hergeſtellt, dieſe ſind Zwillinge.

Bei gröſserem Streben zu unſymmetriſcher Bildung erhält dieſe Kryſtalliſation die Fig. 7 verzeichnete Geſtalt. Ein Kryſtall, wie Fig. 1, der zuweilen jedoch an den Kanten *D* auch noch Theile der Flächen des Octaeders trägt, läſst neben ſeinen Endkanten Theile eines ähnlichen, aber viel ſchmälern Kryſtalls ſehn. Kryſtalle, die dieſen in der Form ſich nähern, fand ich auch einzeln zu Annerode; die Endkanten des kleineren Kryſtalls treffen aber nicht mit den Endkanten des gröſseren zuſammen, ſondern durchſchneiden meiſtens die Fläche *s* in ihrer Mitte; auch ſind die aufgeſetzten tetraetriſchen Theilchen immer viel gröſser, wie bei den Schiffenberger Kryſtallen.

Umgekehrt gleicht ſich das Streben zu unſymmetriſcher Bildung blos an den Anfängen der Zuſpitzungen aus. Nur unter den Schiffenberger Kryſtallen fand ich etliche mit dieſer Bildung. Die Flächen *s* halten in der Ausbildung meiſtens den Octaeder-Flächen das

Digitized by Google

Gleichgewicht; am Ende der Fläche *s* ſieht man einen kleinen tetraedriſchen Vorſprung, deſſen eine Fläche ein Theil der Seitenfläche des Prismas iſt, an dieſen Vorſprüngen pflegen ſich auch noch Spuren der Octaeder-Flächen zu finden; dieſe Kryſtalliſation erläutert Fig. 8.

Vergleicht man die beſchriebenen Kryſtallformen der beiden Harmotom-Abänderungen mit einander, ſo ergiebt ſich als Reſultat, daſs mit dem Auftreten der unregelmäſsigeren Bildungen beim Schiffenberger Harmotom, auch gröſsere Mannigfaltigkeit von Formen verknüpft iſt, während der Anneröder Harmotom blos in einer einzigen einfachen Geſtalt erſcheint, und auch keine weitere Mannigfaltigkeit in ſeinen Zwillings-Bildungen darbietet.

Die bisher beſchriebenen Zwillungs-Abänderungen ſtimmen ihrem Weſen nach mit den ſchon immer am Harmotom gekannten überein; ich komme jetzt noch zur Betrachtung einer regelmäſsigen Gruppirung von Harmotom-Kryſtallen, die ſich jedoch blos zu Annerode findet. Es kann aber dieſe Bildung freilich in dem Sinne, wie bisher von Zwillingen die Rede war, nicht als ſolche gelten, ſie erinnert an die bekannten der Staurolith- und Graubraunſtein-Kryſtalle.

Zwei quadratiſche an den Enden vierflächig zugeſpitzte Prismen von bedeutenderer Länge ſind in genau rechtwinklicher Durchwachſung, und zwar ſo, daſs ſich beide in ihren Kanten ſchneiden (ſiehe Fig. 9). Indeſs nur zuweilen ſieht man dieſe Bildung ganz, häufiger iſt Ausbildung der einen Hälfte durch das Aufwachſen verhindert, und dann ſtellen die Kryſtalle

Digitized by Google

gleichſam die beiden Schenkel eines Winkelmaſses vor, das mit dem Scheitel feſt auffitzt.

Dieſe Gruppe giebt Aufſchluſs über eine andere mit ihr vorkommende, die die Fig. 10 darſtellt. Drei Kryſtalle von oben beſchriebener Form ſind in derſelben rechtwinklichen Durchwachſung, ſie befinden ſich in derſelben gegenſeitigen Stellung, wie die drei Axen des regulären Rauten-Dodecaeders. Die einzelnen Kryſtalle ſind zuweilen nur ſehr kurz, und pflegen dann immer den gröſsten Durchmeſſer zu haben; überhaupt gehörten die bedeutendſten Kryſtalle, die ich bisher zu Annerode fand, welche freilich nie die Dicke von $\frac{1}{3}'''$ erreichten, meiſtens zu ſolch einer mehr oder minder deutlich ausgebildeten Durchwachſung. Das Aufgewachſenſeyn hindert auch hier häufig, in gröſserm oder geringerm Grade, die Ausbildung des einen Endes eines oder zweier, auch wohl aller dreier Prismen; ich bemerkte aber Gruppen, die blos mit einer Kryſtall-Spitze aufgewachſen waren, und daher ſehr deutlich ihre ganze Bildung erkennen lieſsen. Ich ſah auch zwei ſolche Gruppen ſo an einander gelegt, daſs alle einzelnen Kryſtalle der einen Gruppe ſich der Länge nach an die der andern anſchloſſen. Beim erſten Anblick könnte man glauben, hier ſechs Kryſtalle mit den Flächen ihrer Spitzen an einander gewachſen zu ſehen, allein das Irrige dieſer Meinung zeigt ſchon die vorige Bildung. Zudem müſsten die Flächen der Endſpitzen des Prismas ſich gegen die Seitenkanten deſſelben unter einem Winkel von 135° neigen, oder mit andern Worten, die Grundkanten des beim Harmotom angenommenen

Digitized by Google

quadratiſchen Octaeders müſsten 90° meſſen, wenn eine derartige Bildung dieſer Gruppe mit den Geſetzen der Kryſtall-Bildung in Einklang ſtehen ſollte.

3.

Die oben angegebenen Reſultate der Analyſe des Anneroder und Schiffenberger Harmotoms thun dar, daſs die auffallende Verſchiedenheit der Kryſtall-Formen beider Abänderungen mit groſser Abweichung ihres chemiſchen Gehalts verbunden erſcheint. Die Anneroder Abänderung gab in 100 Theilen nicht ½ Theil Baryt, während in der Schiffenberger 17 Theile Baryt in 100 Theilen aufgefunden wurden. Dürfte man hier wohl einen nähern Zuſammenhang der chemiſchen Abweichung mit der in den Kryſtall-Formen vermuthen? Sind vielleicht das Erſcheinen der unregelmäſsigeren Kryſtall-Formen und das bedeutendere Hervortreten des Baryt-Gehaltes zu einander in innigerer Beziehung ſtehende Erſcheinungen? Beantworten lieſsen ſich dieſe Fragen mit Beſtimmtheit nur dann, wenn man eine gehörige Menge der dodecaedriſchen Abänderung mit quadratiſchen Säulen vom Schiffenberge, und der Zwillinge von Annerode zur chemiſchen Annalyſe erhalten könnte, wozu freilich vor der Hand noch keine Ausſicht da iſt.

Digitized by Google

VI.

E. F. F. Chladni

über die Hervorbringung der menſchlichen Sprachlaute.

a. Allgemeine Bemerkungen.

Bei meinen Unterſuchungen über die Hervorbringung der menſchlichen Sprachlaute hat ſich manches anders gezeigt, als es gewöhnlich iſt vorgetragen worden; es ſcheinen mir auch die bisherigen Anordnungen und Eintheilungen dieſer Laute nicht ganz der Natur gemäſs zu ſeyn; ich halte alſo nicht für überflüſſig, hier Einiges darüber zu ſagen, was bei der Hervorbringung dieſer Laute, meinen Beobachtungen zufolge, als weſentliches Erforderniſs, oder als willkührlich anzuſehen iſt, und wie dieſe Laute in Beziehung auf die Art ihrer Hervorbringung am ſchicklichſten zu ordnen und einzutheilen ſind. Da es hier nur darauf ankommt, ob ein Laut in irgend einer menſchlichen Sprache, beſonders in Sprachen gebildeter Völker vorkommt, ſo kann hier weder auf die deutſche Sprache, noch auf irgend eine andere, beſondere Rückſicht genommen, wohl aber mancher Laut, ſo weit es nöthig iſt, aus Sprachen, in denen er vorkömmt, erläutert werden.

Stimme nennt man die aus der Lunge durch den Sprachkanal ausgehende Luft, welche bei dem Durchzuge durch die mehr oder weniger geſpannten und

Digitized by Google

einander genäherten Kehlbänder in zitternde Bewegung gesetzt ist, (ungefähr so, wie die Hervorbringung des Klanges in den Röhrwerken der Orgel geschieht) *). Diese Stimme erhält nun durch mannigfache Hindernisse, welche sich in den übrigen Sprachwerkzeugen deren freiem Durchzuge entgegenstellen, die qualitativen Verschiedenheiten **), durch welche ein jeder *Sprachlaut* sich von dem andern unterscheidet. Zum Vernehmlichsprechen ist die Stimme nothwendig, aber zum Leisesprechen ist der Hauch ohne Stimme schon hinreichend. Bei den meisten Sprachlauten strömt die Luft durch den Mund aus, und nur bei den drei Consonanten, welche als Nasenlaute anzusehen sind, ist der Mund verschlossen, und die Luft nimmt ihren Ausgang durch die Nase.

*) Ueber die menschlichen Sprachwerkzeuge hier Mehreres zu sagen, würde überflüssig seyn, da man aus jedem guten anatomischen Lehrbuche sich davon unterrichten kann.

**) Worin nun das Wesen dieser qualitativen Verschiedenheiten bestehe, und was in dem fortleitenden Medium, es sey die Luft oder ein an die Zähne gesetzter Stab, oder sonst etwas, bei jedem Laute, ausser der allgemeinen Schwingung, besonders vorgehe, und wie die Theilchen dieses Mediums im Stande sind, einen jeden Laut gewissermassen nachzusprechen, davon wissen wir eigentlich gar nichts, und es würden sich hierüber zwar Ideenspiele vortragen lassen, aber nichts, dessen Richtigkeit durch Erfahrungen und Beobachtungen sich nur einigermassen nachweisen liesse. Da uns nun die Natur hier und auch in so vielen andern Dingen das Wesen der qualitativen Verschiedenheiten so hartnäckig verbirgt, so bleibt uns nichts anders übrig, als immer genauer zu erforschen, unter welchen Bedingungen sich die Erscheinungen auf die oder jene Art zeigen.

Digitized by Google

Alle Sprachlaute beruhen auf mannigfachen Oeffnungen, Verſchlieſsungen und Verengungen der verſchiedenen Sprachwerkzeuge. Sie werden in *Vokale* und *Conſonanten* eingetheilt. Die erſtern werden im Deutſchen gewöhnlich: *Selbſtlauter*, und die andern: *Mitlauter*, genannt; es ſind aber beide Benennungen nicht recht paſſend, weil man die meiſten Conſonanten auch für ſich, ohne Vokal, fortdauernd ausſprechen kann; wie denn auch im Böhmiſchen und Polniſchen die Conſonanten *l* und *r* in mancher Sylbe die Stelle eines Vokals vertreten. Die von Einigen den Vokalen gegebene Benennung: *Stimmlauter*, iſt auch nicht zu billigen, weil man jeden Vokal und die meiſten Conſonanten mit und ohne Stimme ausſprechen kann. Ich werde alſo hier die ältern Benennungen: *Vokale* und *Conſonanten*, beibehalten, da ſie allgemein verſtändlich ſind, und in Deutſchland das Bürgerrecht erhalten haben.

B. Ueber Hervorbringung der Vokale.

Die *Vokale* entſtehen durch mehrere oder mindere Oeffnung des Lippen- oder Gaumenkanals, oder auch beider zugleich. Es ſind deren 10 vorhanden, auſser noch einem den Vokalen etwas ähnlichen Laute, dem *Schwa*, von dem zu Ende der Lehre von den Vokalen weiter die Rede ſeyn wird. Da nicht für alle Vokale beſtimmte Zeichen vorhanden ſind, ſo werde ich, wenn zwei benachbarte Vokale gewöhnlich nicht auf verſchiedene Art bezeichnet werden, den mehr offenen durch einen Gravis (`) und den mehr geſchloſſenen durch einen Acutus (´) bezeichnen, ſo wie es

Digitized by Google

im Französischen mit dem *è ouvert* und dem *é fermé* geschieht.

Wenn alle Theile der Sprachwerkzeuge weit geöffnet sind, erscheint der Vokal *a* *). Von diesem an gerechnet finden drei Reihen von Vokalen Statt, nämlich

I. durch *stufenweise Verengung des Lippenkanals: a, ò, ó, u.*

II. durch *stufenweise Verengung des Gaumenkanals: a, è, é, i.*

III. durch *stufenweise Verengung des Lippenkanals und des Gaumenkanals zugleich: a, ö, ő, ü.*

Bei Hervorbringung dieser Vokale ist auch das verschiedene *Aufwärtsziehen des Kehlkopfes* zu bemerken, wovon man sich leicht wird überzeugen können, wenn man die Finger fest an die Kehle in die Quere anlegt. Bei der Hervorbringung des *a* wird der Kehlkopf aus seiner gewöhnlichen Lage schon merklich in die Höhe gezogen; bei den übrigen Vokalen der ersten Reihe: *ò, ó, u*, bleibt dessen Lage so, wie sie bei dem *a* ist; aber bei der zweiten Reihe: *a, è, é, i*, so wie auch bei der dritten Reihe: *a, ö, ő, ü*, wird der Kehlkopf immer weiter in die Höhe gezogen, so dass in diesen beiden Reihen nicht blos eine stufen-

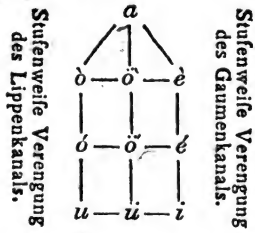
*) Die hebräische Benennung: *Patach*, ist also sehr der Natur gemäss, wegen der weiten Oeffnung aller Sprachwerkzeuge. Das *Kamez*, welches in Sprachlehren als ein langes *a* angesehen wird, mag sich wohl dem *ò* genähert haben, wenigstens sprechen es die neuen Hebräer, besonders die deutschen und polnischen, wie ein *ò*, oder auch wohl wie ein *ó* aus.

Digitized by Google

weiſe Verengung, ſondern auch eine ſtufenweiſe Verkürzung des Gaumenkanals Statt findet.

Manche dieſer Vokale, welche Mittellaute zwiſchen zwei andern ſind, hat man vormals mit Unrecht als Diphthongen angeſehen. Zu einem *Diphthong* wird erfordert, daſs zwei Vokale nach einander in einer Sylbe ausgeſprochen werden, wenn aber ein ſolcher Laut ſich mit Fortdauer ohne Veränderung ausſprechen läſst, ſo iſt es ein Vokal. So iſt z. B. *ü* ein Mittellaut zwiſchen *u* und *i*, und ein Vokal, aber *ui* (z. B. in dem Worte, *pfui*) iſt ein Diphthong.

Am deutlichſten werden ſich die 10 Vokale in folgendem Schema überſehen laſſen:



Die *erſte Reihe der Vokale* iſt alſo die, bei welcher *der Lippenkanal nach und nach verengert* wird. Die Oeffnung des Gaumenkanals, und die im erſten Grade aufwärts gezogene Lage des Kehlkopfes bleibt ſo, wie ſie bei dem *a* iſt. Die Stufen der Lippenverengung ſind folgende:

1) *a*,

2) *ò*, wo die Lippen einander etwas mehr, als bei dem *a*, genähert werden. Im Däniſchen wird es durch *aa*, und im Schwediſchen durch *å* ausgedrückt. Im Hochdeutſchen kommt es gewöhnlich nur

Digitized by Google

kurz vor, in Sylben, die sich mit einem Consonanten enden, z. B. in: *dort*, *offen*. Im Französischen und andern damit verwandten Sprachen am gewöhnlichsten auch so, z. B. in: *homme*, *porter*; bisweilen auch länger, z. B. in: *sauver*, *laurier*. In diesen und vielen andern Sprachen wird dieses ò durch kein besonderes Zeichen von dem ó unterschieden, ausser, dass im Französischen das *au*, wenn es nicht am Ende eines Wortes vorkommt, gewöhnlich dieses ò ausdrückt.

3) *ó*, wie im Deutschen in: *oben*, *homogen*, und im Französischen in: *eau*, *opéra*. Die Lippen werden hier einander noch mehr, als bei dem ò, genähert, und etwas zugerundet, so dass die Verkleinerung des Lippenkanals nicht blos in senkrechter Richtung geschieht, sondern auch die Ränder der Lippen an beiden Seiten sich an einander legen.

4) *u*, welches im Französischen durch *ou* (fast wie im Griechischen durch *ov*), im Holländischen durch *oe* und im Englischen durch *oo* bezeichnet wird. Die Lippen werden hier mehr zugespitzt und deren Oeffnung theils in senkrechter Richtung, theils auch durch Zusammendrückung der Lippenränder auf beiden Seiten noch mehr verkleinert, als bei Hervorbringung des *ó*. Wenn man die Lippen einander in senkrechter Richtung noch mehr nähert, als zur Hervorbringung des *u* erfordert wird, so geht es in den Consonanten *w* über. Im Englischen kommt dieses häufig vor.

Die *zweite Reihe der Vokale* beruht auf *stufenweisen Verengungen der Gaumenöffnung*, wobei zugleich *der Kehlkopf* immer weiter *in die Höhe gezo-*

Digitized by Google

gen wird. Die Lippenöffnung wird hierbei nicht verändert. Die Ordnung dieſer Vokale iſt folgende:

1) *a*,

2) *è*, wird im Franzöſiſchen theils auf dieſe Art, theils durch *ai* bezeichnet; im Deutſchen bisweilen durch *ä*, bisweilen auch durch *e*, z. B. in den Worten: *Pferd*, *etwas*. In den meiſten Sprachen hat man keine beſondern Zeichen, um *è* und *é* zu unterſcheiden. Bei dieſem Laute wird der Gaumenkanal durch einige Hebung des Zungenrückens etwas verengert, und auch durch den zweiten Grad der Hebung des Kehlkopfes verkürzt.

3) *é*, wie in den Worten: *Hebe*, *hélas*. Bei dieſem Vokal wird die Zunge dem Gaumen noch mehr genähert, als bei dem *è*, ſo daſs deren Ränder an den Seiten den Gaumen berühren, und der Kehlkopf wird im dritten Grade gehoben.

4) *i*. Die Gaumenöffnung wird noch mehr verengt, als bei dem *é*, indem die Ränder der etwas rinnenförmig gebogenen Zunge ſtärker gegen den Gaumen gedrückt werden; der Kehlkopf wird zugleich im vierten Grade in die Höhe gezogen. Wenn die Gaumenöffnung bei unveränderter Lage des Kehlkopfes durch noch ſtärkeres Andrücken der Zunge gegen den Gaumen noch mehr verengt wird, ſo geht dieſer Vokal in den verwandten Conſonanten *j* über. Im Franzöſiſchen findet ſich oft ein ſolcher Uebergang, z. B. in: *voyez*, *payer*.

Noch iſt im Allgemeinen zu bemerken, daſs bei dieſer Reihe der Vokale, und auch bei der folgenden, die Verengungen der Gaumenöffnung nicht ſehr weit

Digitized by Google

hinterwärts, ſondern ungefähr in der Mitte der Zunge und des Gaumens geſchehen. Manche Conſonanten, die als Kehllaute anzuſehn ſind, haben ihren Sitz viel weiter hinterwärts.

Bei den *Vokalen der dritten Reihe* wird *die Lippenöffnung und die Gaumenöffnung zugleich verengert*, und *der Kehlkopf* eben ſo, wie bei den verwandten Vokalen der zweiten Reihe, *in die Höhe gezogen*. Die Stufen ſind folgende:

1) *a*,

2) *ö*, kommt im Hochdeutſchen gewöhnlich nur kurz vor, in Sylben, die ſich mit einem Conſonanten enden, z. B. in: *öffentlich, Wörter;* im Franzöſiſchen aber mit längerer Haltung, z. B. in: *veuve, bonheur, ſoeur*. In dem Worte: *heureux*, findet ſich in der erſten Sylbe dieſes offene *ö*, in der zweiten aber das hernach zu erwähnende mehr geſchloſſene *ö*, welche zwar einerlei Zeichen haben, aber doch ganz verſchiedene Vokale ſind. Im Italieniſchen, Portugiſiſchen und Spaniſchen kommt dieſer Laut, ſo wie auch das *ö*, gar nicht vor; im Holländiſchen aber oft, wo beide durch *eu* bezeichnet werden. Im Däniſchen, Schwediſchen, und im Ungariſchen werden beide, eben ſo, wie im Deutſchen, durch *ö* bezeichnet. Bei dem *ö* iſt die Verengung der Lippenöffnung, wie bei dem *o*, und die Verengung der Gaumenöffnung, nebſt der Hebung des Kehlkopfes, wie bei dem *è*; es iſt alſo als ein Mittellaut zwiſchen dieſen beiden anzuſehen, ſo wie es auch, eben ſo wie bei den übrigen Vokalen dieſer Reihe, in dem gegebenen Schema durch Querſtriche angedeutet iſt.

Digitized by Google

3) *ö*, so wie im Deutschen in: *hören*, *öde*, und im Französischen in: *jeu*, *adieu*. Die Lippenöffnung ist wie bei dem *ó*, und die Gaumenöffnung nebst der Hebung des Kehlkopfes, wie bei dem *é*; es ist also ein Mittellaut zwischen diesen beiden Lauten.

4) *ü*, welches im Französischen und Holländischen durch *u*, und im Dänischen und Schwedischen durch *y* ausgedrückt wird. Im Spanischen, Portugisischen und auch in der reinen Aussprache des Italienischen findet sich dieser Laut nicht; wohl aber in manchen Dialekten des nördlichen Italiens, wo z. B. *natura* wie *natûra* ausgesprochen wird. Lippenöffnung wird bei diesem Laute eben so verengt, wie bei dem *u*, und die Gaumenöffnung eben so verkleinert, und der Kehlkopf in die Höhe gezogen, wie bei dem *i*; es ist also ein Mittellaut zwischen diesen beiden.

Ausser diesen 10 Vokalen giebt es noch einen den Vokalen etwas ähnlichen kurzen Laut, das *Schwa*, dessen aus dem Hebräischen entlehnter Name auch im Deutschen von einigen der bessern Schriftsteller beibehalten worden ist. Am besten möchte er sich wohl durch einen Apostroph (') ausdrücken lassen. Als ein eigentlicher Vokal kann er nicht angesehen werden, weil er keiner Fortdauer fähig, sondern nur ein kurz ausgestossener Hauch ist, der mit einem sehr kurzen *ö'* oder *è* einige Aehnlichkeit hat. Den Unterschied zwischen einem kurzen *ö'* oder *è* und dem *Schwa* wird man aber leicht bemerken können, wenn man z. B. das lateinische Wort: *per* ausspricht, wo zwischen dem *p* und *r* ein kurzes *è* ist, und sodann: *p'r*, wo zwischen beiden Consonanten kein eigentlicher Vokal, sondern ein Schwa ist. Im Französischen ist das stum-

Digitized by Google

me *e*, in den Fällen, wo etwas davon gehört wird, ein ſolches Schwa, und im Deutſchen iſt der in vielen Worten vorkommende Laut, welcher gewöhnlich als ein kurzes *e* angeſehen wird, auch nichts anderes. Wenn z. B. *Morgen* geſchrieben wird, oder *Diener*, ſo iſt die Ausſprache eben ſo, als wenn man *Morg'n* und *Dien'r* ſchriebe. So wird auch im Engliſchen *Sir* nicht anders, als: *S'r*, ausgeſprochen. Die Italiener laſſen es in der Ausſprache des Lateiniſchen ſtärker und öfter hören, als die Deutſchen. Auch im Geſange, wenn eine Zeile, z. B. mit *amar* oder *morir* ſich endet, wird man bei einiger Aufmerkſamkeit faſt immer dieſes Schwa als ein kurzes Anhängſel des letzten Conſonanten vernehmen können. Es ſcheint faſt, als ob man es für nöthig halte, um der letzten Sylbe etwas mehr Reſonanz oder Nachdruck zu geben.

C. Ueber die Hervorbringung der Conſonanten.

Die *Conſonanten* beruhen auf mancherlei Verſchlieſsungen, Stemmungen oder Annäherungen der Theile, zwiſchen denen die ausgehende Luft durchgeht. Sie unterſcheiden ſich hauptſächlich dadurch von den Vokalen, daſs bei ihnen in irgend einem Theile der Sprachwerkzeuge eine noch ſtärkere Verengung vorgeht, als bei einem Vokale Statt finden kann, wiewohl mit Ausnahme des *h*, welches man mehr für eine Aſpiration, als für einen eigentlichen Conſonanten halten könnte. Selbſt die mit den Vokalen am meiſten verwandten Conſonanten, *w* und *j*, erfordern eine ſtärkere Verengung, als die mit ihnen verwandten Vokale, und zwar das *w* eine ſtärkere Lippenverengung, als das *u*, und das *j* eine noch

Digitized by Google

ſtärkere Gaumenverengung, als das *i*. Die meiſten Conſonanten können *weich* oder *hart* (gelind oder ſcharf) ausgeſprochen werden. Der Unterſchied beſteht darin, daſs die Verſchlieſsung, Stemmung oder Näherung der Theile bei den weichen Lauten mit weniger Kraft, und mehr allmählig, und bei den harten mit mehr Kraft und mehr plötzlich eintritt oder aufgehoben wird, und daſs bei letztern auch die Ausſtoſsung des Luftſtroms ſchärfer iſt.

Die Hervorbringung der Conſonanten, deren es, wenn man Weichheit und Härte, nebſt noch einigen Modificationen, nicht mitrechnet, 15 giebt, kann geſchehen

I. *Durch Verſchlieſsung des Mundes und der Naſe.* (*Verſchluſslaute.*)

II. *Durch Verſchlieſsung des Mundes bei offener Naſe.* (*Naſenlaute.*)

III. *Durch Stemmung eines Theiles der Sprachwerkzeuge an den andern*, wobei die Luft neben den gegen einander geſtemmten Theilen vorbei, oder zwiſchen ihnen hindurchgeht. (*Stemmlaute.*)

IV. *Durch Annäherung eines Theiles der Sprachwerkzeuge an den andern*, ſo daſs der Luftſtrom ſich dazwiſchen durchzwängen muſs. (*Ziſchlaute.*)

V. *Durch Zitterung gewiſſer Theile*, bei einer Annäherung, wie in Num. IV. (*Zitterlaute.*)

VI. *Durch einen bloſsen hörbaren Hauch.* (*Hauchlaute.*)

In dieſer Ordnung, bei welcher die Art der Hervorbringung zum Grunde liegt, ſoll nun über die einzelnen Conſonanten das Nöthige geſagt werden, und zwar ſo, daſs bei Anordnung derer, welche zu einer

Digitized by Google

dieſer 6 Abtheilungen gehören, eine Stufenfolge von den äuſsern Spzachwerkzeugen zu den innern Statt findet. Man kann alſo die hier gegebenen 6 Abtheilungen als generiſche, und die Beziehungen auf die mehr nach Auſsen oder nach Innen befindlichen Sprachwerkzeuge als ſpecifiſche Verſchiedenheiten anſehen, und die Modificationen in Hinſicht auf die Weichheit und Härte, u. ſ. w. als Varietäten derſelben Species.

Die *erſte Abtheilung der Conſonanten* iſt alſo die, welche durch eine *Verſchlieſsung des Mundes und der Naſe gebildet wird.* Dieſe Verſchlieſsung kann, eben ſo, wie die ſpäterhin zu erwähnenden Stemmungen und Annäherungen, entweder nach einem vorhergegangenen Laute eintreten, oder vor einem nachfolgenden Laute aufgehoben werden, und dieſes Eintreten oder Aufheben geſchieht bei den weichen Lauten gelinder, und bei den harten mit mehr Schärfe. Mit jedem dieſer Mitlauter iſt einer der in der zweiten Abtheilung zu erwähnenden Naſenlaute verwandt. Die zu dieſer erſten Abtheilung gehörenden *Verſchluſslaute* ſind folgende:

1) *Lippenverſchluſslaut: b* und *p*. Hier werden die Lippen, ſo wie auch die Naſe verſchloſſen, und die übrigen Sprachwerkzeuge haben nichts damit zu thun. Die nächſte Verwandtſchaft hat dieſer Laut mit *m* und *w*. Der Unterſchied beſteht nur darin, daſs bei dem *m* die Naſe offen bleibt, und daſs bei dem *w* die Lippen nicht ganz verſchloſſen, ſondern einander nur ſo genähert werden, daſs ein ſchmaler Luftſtrom zwiſchen ihnen durchgehen kann. Oft wird das *b* mit dem *w* verwechſelt; im Neu-Grie-

Digitized by Google

chiſchen wird das *β* ganz wie ein *w* ausgeſprochen, eben ſo auch das *b* in manchen ſpaniſchen Worten, und in Deutſchland iſt es auch bei einer nicht ganz richtigen Ausſprache mancher Worte ſehr gewöhnlich.

2) *Gaumenverſchluſslaut: d* und *t*. Der vordere Theil der Zunge wird an den vordern Gaumen ſo angedrückt, daſs der Mund dadurch verſchloſſen wird. Ob nun dieſes mit der aufwärts gebogenen Spitze der Zunge geſchieht, oder mit einem etwas hinter denſelben befindlichen Theile, wobei die Spitze an die obern oder untern Zähne angelegt werden kann, iſt für die Wirkung einerlei. Wenn bei derſelben Verſchlieſsung des Gaumen die Naſe offen bleibt, wird ein *n* daraus.

Eine merkwürdige Abänderung des *d* und *t* iſt das engliſche harte und weiche *th*, zu deſſen Hervorbringung auſser dem Anlegen der Zunge an dem Vordergaumen auch erfordert wird, daſs die Spitze der Zunge nebſt dem Rande der Unterlippe an die Zähne gelegt werde. Im Neu-Griechiſchen wird auch das *Delta* ungefähr wie das weiche engliſche *th*, und das *ϑ* wie das harte *th* ausgeſprochen. Zur Uebung in der Ausſprache können die Worte: *δόξα τοῦ ϑεοῦ*, am beſten dienen, weil da erſt das weiche *th*, ſodann das gewöhnliche *t*, und hernach das harte *th* auszuſprechen iſt.

3) *Kehlenverſchluſslaut: g* (wie in den franzöſiſchen Worten: *garçon*, *guérir*, *gourmand*), und *k*, welches letztere in einigen Sprachen vor *a*, *o* und *u* durch c, und vor *e* und *i* durch *qu*, und im Italieniſchen durch *ch* ausgedrückt wird. Bei dieſen Lau-

ten, *g* und *k*, wird der hintere Theil der Zunge an den hintern Theil des Gaumen gedrückt, und deſſen Oeffnung, ſo wie auch der Naſenkanal, verſchloſſen. Wenn dieſer offen bleibt, ſo hört man bei derſelben Verſchlieſsung des Hintergaumens den Naſenlaut: *ñ*, von dem in der folgenden Abtheilung unter No. 3. weiter die Rede ſeyn wird. Der weiche Laut *g* wird in manchen Gegenden Deutſchlands ſehr unrichtig wie ein *j* ausgeſprochen, und in einigen andern wieder zu hart, faſt wie ein *k*. Manche ſprechen ihn, eben ſo unrichtig, wie das gutturale *ch* aus.

Die hier beſchriebenen Verſchluſslaute ſind ſchlechterdings keiner Fortdauer fähig, und werden auch deshalb: *ſtumme Conſonanten*, genannt. Alle übrigen Conſonanten können aber, auch ohne Vokal, ſo lange fortdauern, als der Athem es verſtattet.

Bei der *zweiten Abtheilung der Conſonanten wird der Mund verſchloſſen*, und *die Naſe bleibt offen*, ſo daſs die Luft durch dieſe ausſtrömt; ſie können alſo am beſten durch den Ausdruck: *Naſenlaute*, bezeichnet werden. Perſonen, deren Gaumenvorhang und Zäpfchen durch Krankheiten beſchädigt iſt, ſo daſs etwas Luft nebenher in die Naſe geht, können die vorher beſchriebenen Verſchluſslaute nicht gehörig ausſprechen. Dieſes nennt man mit Recht: *durch die Naſe reden.* Wenn aber die Naſe bei einem heftigen Schnupfen verſtopft iſt, ſo wird man die Naſenlaute, von denen hier die Rede iſt, nicht gut, und nicht mit einiger Fortdauer ausſprechen können, weil die Luft keinen Ausweg durch die Naſe hat, und nur ein kleiner Theil davon in den hintern Theil des Naſenkanals gepreſst werden kann. Dieſes nennt man

Digitized by Google

auch gewöhnlich: *durch die Naſe reden*, es würde aber richtiger ſeyn, zu ſagen: *ohne Naſe reden.*

Die zu dieſer Abtheilung gehörenden Conſonanten ſind folgende:

1) *Lippennaſelaut*: *m.* Die Lippen werden eben ſo verſchloſſen, wie bei dem *b* und *p*, aber die Naſe bleibt offen.

2) *Gaumennaſelaut*: *n.* Hier wird der Mund eben ſo, wie bei dem *d* und *t*, durch Andrückung des vordern Theils der Zunge an den vordern Theil des Gaumen verſchloſſen, aber die Naſe bleibt offen.

Das *nn* oder $\bar{n}$ (*n con tilde*) der Spanier, das *nh* der Portugieſen und das *gn* im Franzöſiſchen und im Italieniſchen ſind nichts anders, als eine Verſchmelzung des *n* mit einem ſchnell darauf folgenden Mittellaute zwiſchen *i* und *j*.

3) *Kehlennaſenlaut*: $\tilde{n}$, wird öfters durch *ng* bezeichnet; nur muſs man ſich dabei nicht etwa zwei aufeinander folgende Laute, *n* und *g*, vorſtellen, ſondern einen dieſen etwas ähnlichen Conſonanten, welcher ſich auch ohne Vokal mit Fortdauer ausſprechen läſst. Ich bezeichne ihn hier, wie ſchon von Einigen geſchehen iſt, durch $\tilde{n}$. Der Hintergaumen wird durch den hintern Theil der Zunge eben ſo verſchloſſen, wie bei dem *g* und *k*, aber die Naſe bleibt offen. Im Deutſchen findet ſich dieſer Laut nur vor *g* und *k*, z. B. in *eng*, *Anker*, *ſingen*; im Franzöſiſchen aber auch vor andern Conſonanten, z. B. in *ombre*, *enfer*, *ainſi*, *onze*. Im Portugiſiſchen kommt es auch häufig vor, z. B. in Endungen auf $\overline{ao}$ und deren Plural, und in denen, wo er durch *m* ausgedrückt wird, z. B.

Digitized by Google

aſſim, nenhum. Immer kommt er in dieſen Sprachen am Ende einer Sylbe vor, aber im Piemonteſiſchen, welches nicht ſowohl als ein Dialekt, ſondern vielmehr als eine eigene Sprache *) anzuſehen iſt, kommt dieſer Laut auch bisweilen zu Anfange einer Sylbe vor, z. B. in: *Carolina*, welches auszuſprechen und abzutheilen iſt: Ca-ro-li-ña **). Eben ſo wird aus *regina* gemacht: *reſiña* (mit einem ſehr weichen *s*), wo die Abtheilung in Sylben ſeyn muſs: *re-si-ña.* In einigen Oſtindiſchen Sprachen oder Dialekten fangen ſich auch Worte und Sylben mit dieſem Laute an.

Die *dritte Abtheilung der Conſonanten* wird *durch Stemmung eines Theiles der Sprachwerkzeuge an den andern* hervorgebracht. Bei dieſen findet nur eine theilweiſe Verſchlieſsung Statt, indem die Luft neben oder zwiſchen den gegen einander gedrückten Theilen durchgeht. Die hieher gehörenden Laute, welche ich *Stemmlaute* nenne, ſind

1) *Lippenſtemmlaut: f.* Die natürlichſte Art dieſen Laut hervorzubringen iſt, wenn der Rand der untern Lippe ſo gegen die obern Zähne geſtemmt wird, daſs der Luftſtrom ſich durch die Zwiſchenräume der Zähne drängen muſs. Auf weniger natürliche Arten läſst er ſich auch durch Anſtemmung des Randes der Oberlippe gegen die untern Schneide-

*) Es giebt eine Grammatik dieſer Sprache von Pipino, ſie iſt aber ſehr ſelten.

**) Wahrſcheinlich liegt der Grund, warum man ſagt: die *Carolinger*, die *Merowinger*, in einer ältern Ausſprache dieſer Art.

Digitized by Google

zähne hervorbringen, oder auch, ohne die Zähne zu Hülfe zu nehmen, dadurch, dafs man die Lippen so aneinander drückt, dafs die Luft in der Mitte, oder an einer Seite, durch eine enge Oeffnung sich herausdrängt, ungefähr so, als ob man blasen wollte.

2) *Zungenstemmlaut: l.* Das wesentlichste Erforderniss zur Hervorbringung dieses Lautes ist, dafs der vordere Theil der Zunge auf irgend eine Art nach oben angestemmt werde, und hinter der Stelle der Anstemmung eine concave Biegung nach unten erhalte. Der Ansatz der Zunge kann eben so seyn, wie bei dem *d* und *t*, nur mit dem Unterschiede, dafs die Gaumenöffnung nicht dadurch verschlossen wird, sondern dafs an den Seiten etwas Raum für den Ausgang der Luft übrig bleibt. Bei der mittlern natürlichsten Lage der Zunge wird der Luftstrom in zwei Theile getheilt, und geht auf beiden Seiten um den nach unten gebogenen Theil der Zunge herum durch beide Mundwinkel aus. Diese Zweitheiligkeit des Luftstromes ist aber nichts schlechterdings Nothwendiges, indem man auch, ohne dafs der Laut aufhört ein *l* zu seyn, die Zunge so auf der einen Seite anlegen kann, dafs der Luftstrom blos auf der entgegengesetzten Seite des Mundes ausgeht.

Das vollere *l* im Russischen, Polnischen u. s. w. unterscheidet sich dadurch von dem sonst gewöhnlichen *l*, dafs die Zungenspitze mehr nach oben umgebogen, und etwas wieder nach hinten angesetzt wird.

Das *ll* im Spanischen, *lh* im Portugisischen, das *l mouillé* im Französischen und *gl* im Italienischen sind eine Verschmelzung des *l* mit einem kurz darauf folgenden Mittellaute zwischen *i* und *j*. Im Französ-

Digitized by Google

ſiſchen kommt es immer nur am Ende eines Wortes, oder auch zwiſchen zwei Vokalen vor; aber im Spaniſchen fangen ſich auch Worte damit an, unter andern ſolche, wo das lateiniſche *pl* in ein doppeltes *l* verwandelt wird, z. B. *llano*, *lleno*, *llantar*, *lluvia*. Manche, die es nicht auszuſprechen gewohnt ſind, finden einige Schwierigkeit dabei, und verwandeln gewöhnlich den Mittellaut zwiſchen *i* und *j* in ein eigentliches *i*.

3) *Gaumenſtemmlaut: j*, (nach der deutſchen Ausſprache in: *ja*, *jung*). Dieſer Laut kann *weich* oder *hart* ſeyn, und wird im Deutſchen, wenn er *weich* iſt, auch öfters durch *g* ausgedrückt, z. B. in den Worten: *Säge*, *Wege*, *borgen*, (nach der in den meiſten Gegenden Deutſchlands üblichen Ausſprache), und wenn es hart iſt, nach *ä*, *e*, *i* und *ü*, durch *ch*, z. B. in den Worten: *Dächer*, *rechnen*, *Löcher*. Der Zungenrücken wird mit ſeinen Rändern gegen den mittlern Theil des Gaumen gedrückt, ſo daſs in der Mitte ein ſehr enger Kanal übrig bleibt, durch welchen die Luft hindurchgezwängt wird. Der Kehlkopf wird zugleich eben ſo weit in die Höhe gehoben, wie bei der Hervorbringung des *i*. Der vorderſte Theil der Zunge hat mit dieſem Laute nichts zu thun, und kann nach Willkühr verſchiedene Lagen bekommen. Wenn die Ränder des Zungenrückens weniger ſtark gegen den Gaumen gedrückt werden, und der mittlere Theil der Zunge eine weniger enge und mehr rinnenförmige Höhlung erhält, ſo wird der Vokal *i* daraus, mit welchem das *j* eben ſo verwandt iſt, wie das *w* mit dem *u*. Im Franzöſiſchen, Italieniſchen, Spaniſchen und Portugiſiſchen wird ein Mittellaut zwi-

Digitized by Google

ſchen *i* und *j*, wie ſchon bemerkt worden, oft mit einem vorhergehenden *l* oder *n* verbunden, in manchen andern Sprachen, z. B. im Polniſchen, und noch mehr im Lettiſchen, auch mit andern Conſonanten. Der Laut *j* wird übrigens in manchen Gegenden Deutſchlands öfters ſehr gemiſsbraucht, indem man ihn als Surrogat des in der erſten Abtheilung der Conſonanten erwähnten *g*, oder auch des gutturalen *ch* in ſolchen Fällen anwendet, wo man dieſe Laute nicht gehörig ausſprechen kann, oder auszuſprechen gewohnt iſt.

Die *vierte Abtheilung der Conſonanten* wird *durch Annäherung eines Theiles der Sprachwerkzeuge an den andern* hervorgebracht. Dieſe Laute, welche ich *Ziſchlaute* *) nenne, unterſcheiden ſich von den zu der vorigen Abtheilung gehörenden dadurch, daſs zu deren Hervorbringung keine Andrückung oder Stemmung eines Theiles an den andern erfordert wird, ſondern nur eine ſolche Näherung, daſs der Luftſtrom zwiſchen den einander ſehr nahen Theilen ſich durchdrängen kann, daher man ſie auch: *Näherungslaute*, nennen könnte. Hieher gehören folgende Laute:

1) *Lippenziſchlaut: w.* Die Lippen werden breit gehalten, und deren Ränder einander ſo genähert, daſs

*) Ich verſtehe hier unter dem Worte: *Ziſch*, einen Laut, der durch einen zwiſchen zweien einander ſehr nahen Theilen ſich hindurchzwängenden Luftſtrom hervorgebracht wird. Die Benennung hat alſo, wie die übrigen, deren ich mich hier bediene, nicht ſowohl Beziehung auf den Charakter, ſondern vielmehr auf die Hervorbringung dieſer Laute.

Digitized by Google

ein breiter und sehr enger Luftstrom zwischen ihnen hindurchgeht. Auf eine weniger natürliche Art läfst sich dieser Laut auch durch Anlegung einer Lippe an die entgegengesetzte Reihe der Zähne hervorbringen. Dieses Anlegen darf aber nur sehr gelind geschehen, indem, wenn eine Lippe so stark an die Zähne gedrückt wird, dafs man es als eine eigentliche Stemmung ansehen kann, es in den Laut *f* übergeht. Der Laut *w* hat auch, wie schon bemerkt worden, eine nahe Verwandtschaft mit dem Vokal *u*; wenn nämlich die bei dem *u* zugerundeten und zugespitzten Lippen in senkrechter Richtung einander mehr genähert werden, als zur Hervorbringung des *u* erfordert wird, und der Zwischenraum zwischen den Lippen breiter und enger wird, so geht das *u* in *w* über, so wie dieses im Englischen häufig vorkommt. In den meisten europäischen Sprachen (die Slawische ausgenommen) wird der Laut, welchen man im Deutschen durch *w* bezeichnet, durch *v* ausgedrückt, und weines Wissens wird in keiner andern Sprache, aufser im Deutschen und im Holländischen, das *v* wie ein *f* ausgesprochen *).

2) *Zungenzischlaut: s.* Der vordere Theil der Zunge wird convex dem vordern Theile des Gaumen so genähert, dafs sich der Luftstrom durch den sehr engen Zwischenraum durchzwängen mufs. Die Zähne

*) Deutsche, die nach Italien oder Frankreich kommen, sollten sich sehr hüten, in Worten, die nicht ursprünglich deutsch sind, das *v* nicht wie ein *f* auszusprechen, weil man es lächerlich findet, und in Italien es öfters auch auf dem Theater lächerlich macht.

Digitized by Google

werden auch einander ſehr genähert. Der Anſatz der Zunge iſt derſelbe, wie bei dem *d* und *t*; der Unterſchied iſt nur der, daſs die Zunge nicht an dem Gaumen gedrückt werde, ſondern ihm nur ſehr nahe ſeyn muſs. Es iſt im Weſentlichen einerlei, ob die Zungenſpitze, oder ob ein etwas hinter derſelben befindlicher Theil der Zunge dem Gaumen genähert wird, und im letztern Falle kann die Zungenſpitze ſehr verſchiedene Lagen bekommen, ohne daſs der Laut aufhört ein *s* zu ſeyn, wiewohl die Schärfe bei verſchiedener Lage der Zunge etwas verſchieden ſeyn kann. Dieſer Laut iſt verſchiedener Grade von Weichheit und Härte fähig; in den meiſten Sprachen findet ſich ein *weiches* und ein *hartes s*, wiewohl ſie nicht immer auf verſchiedene Art bezeichnet werden. Im Ruſſiſchen werden ſie durch verſchiedene Buchſtaben unterſchieden. Im Franzöſiſchen finden ſich drei Arten des *s*, nämlich ein *ganz hartes*, welches vor *e* und *i* durch *c*, und vor *a* und *o* durch *ç* ausgedrückt wird, z. B. in den Worten: *garçon, ceci;* ſodann das gewöhnliche *mittlere s*, und endlich ein *ganz weiches*, welches durch *z* ausgedrückt wird, z. B. in: *douze, treize, zéro.* Im Hebräiſchen finden ſich auch dreierlei *s*, nämlich das *Sajin* ganz weich, das *Samech* härter, und das *Sin* noch härter. Im Ungariſchen bedeutet das Zeichen *s* den Laut *sch* und wird auch *eſch* genannt, und der Laut unſeres *s* wird durch *sz* bezeichnet. Das *Sigma* der Neugriechen iſt von dem ſonſt gewöhnlichen *s* etwas verſchieden, indem die Zunge etwas weiter hinterwärts, und in einer etwas gröſsern Fläche dem Gaumen genähert wird.

Digitized by Google

3) *Gaumenzischlaut: sch.* Der Zungenrücken wird dem mittlern Theile des Gaumen genähert, (aber weniger, als die Annäherung des Vordertheils bei dem *s* beträgt), und der Vordertheil der Zunge erhält eine etwas platte Gestalt, so dass der Luftstrom in der ganzen Breite des Mundes zwischen der Zunge und dem Gaumen durchzieht. Die Zähne werden geschlossen, oder einander sehr genähert, indem der Durchgang der Luft durch die Zwischenräume der Zähne die Schärfe des Lautes sehr vermehrt, so dass man ihn auch allenfalls: *Zähnezischlaut*, nennen könnte. Dieser Laut kann *weich* und *hart* seyn. Der weiche Laut wird im Französischen, so wie auch im Portugisischen, vor *a*, *o* und *u* durch *j* ausgedrückt, und vor *e* und *i* durch *g*. Im Deutschen ist kein Zeichen vorhanden, um diesen weichen Laut auszudrükken; wenn man also z. B. *Genie* oder *Loge* schreiben will, muss man es nach französischer Art schreiben und aussprechen. Im Italienischen kommt dieser weiche Laut nicht für sich vor, wohl aber in Verbindung mit einem vorher auszusprechenden *d*, z. B. in: *giardino*, *gela*. Der harte Laut wird im Deutschen durch *sch* bezeichnet, (wiewohl sehr unpassend, weil er mit *s*, *c* und *h* nichts gemein hat), im Französischen durch *ch*, im Portugisischen durch *x*; im Italienischen vor *a*, *o* und *u* durch *sci* und vor *e* und *i* durch *sc*. Im Spanischen ist weder der weiche noch der harte Laut dieser Art für sich vorhanden, wohl aber der harte in Verschmelzung mit einem vorhergehenden *t*, und wird durch *ch* ausgedrückt, z. B. in: *muchacho*. In der Russischen Sprache wird der weiche und der harte Laut, jeder durch einen besondern

Digitized by Google

Buchſtaben ausgedrückt, und anſserdem giebt es noch einen Buchſtaben für *tſch* und einen für *ſchtſch*. Die Neugriechen haben den Laut *ſch* nicht, und ſpreche in dem σχ das *Sigma* ſowohl wie das *Chi* (als Guttural) beſonders aus. So wird z. B. σχημα ausgeſprochen: *S-chima*, und σχετλιος, *s-chetlios*. Daſſelbe geſchieht in manchen Gegenden des nordweſtlichen Deutſchlands, wo man auch das *s* ſowohl wie das *ch* beſonders ausſpricht, und zwar letzteres in einigen Gegenden als Guttural, und in andern mehr dem *j* ähnlich. Auch in einem groſsen Theile des nördlichen Italiens ſcheint man den Laut *sch* nicht zu lieben und verwandelt ihn in den dortigen Dialekten in ein theils weiches, theils hartes *s*, ſo wie auch vormals die Ephraimiter anſtatt *Schiboleth*, *Siboleth* ſagten *).

4) *Kehlenziſchlaut*, oder Gutturallaut, *ch*, kann *weich* oder *hart* ſeyn. Wenn er *weich* iſt, wird er im Deutſchen durch (das ſehr unbeſtimmte Zeichen) *g* ausgedrückt, z. B. in den Worten: *ſagen*, *Bogen*,

*) Es ſcheint, daſs der die ganze Breite des Mundes und die Zwiſchenräume der Zähne durchziehende Ziſchlaut *sch* für unangenehmer gehalten werde, und gehalten worden ſey, als irgend ein anderer menſchlicher Sprachlaut. Man bedient ſich gewöhnlich dieſes Lautes, um Thiere zu verſcheuchen; in vielen Gegenden hört man ihn nie, und nach einer von Herrn G. R. v. S. mir mitgetheilten richtigen Bemerkung, bezeichnen die meiſten mit *sch* anfangenden deutſchen Worte (*ſchön* und noch einige andere ausgenommen) mehr etwas Unangenehmes, als etwas Angenehmes, wovon man ſich mit Hülfe eines jeden Wörterbuchs überzeugen kann.

(nach der in den meiſten Gegenden Deutſchlands gewöhnlichen Ausſprache); wenn er aber *hart* iſt, nach *a*, *o* und *u*, durch (das ebenfalls ſehr unbeſtimmte Zeichen) *ch*, z. B. in den Worten: *Sache*, *Buch*. Der hintere Theil der Zunge wird (mit demſelben Anſatze, wie bei dem Verſchluſslaute *g* und *k*), dem hintern Theile des Gaumen ſehr genähert, ſo daſs die Luft durch den engen Raum zwiſchen beiden ſich durchdrängt. Der vordere Theil der Zunge und die übrigen Theile des Mundes haben nichts dabei zu thun. Im Holländiſchen wird das *g*, auch zu Anfange der Worte, gewöhnlich wie der weiche Laut dieſer Art ausgeſprochen. Im Franzöſiſchen, Italieniſchen und Portugiſiſchen iſt dieſer Laut gar nicht vorhanden, aber im Spaniſchen kommt er häufig vor, und wird, wenn er *weich* iſt, durch *j* ausgedrückt, z. B. in *Juan*, *Jaen*, *Mejico* (nach der neuern Schreibart dieſes Namens), und wenn er *hart* iſt, durch *x*, z. B. in *Xavon*, *Ximenes*, *Xeres*. Im Hebräiſchen iſt das *Cheth* derſelbe Laut, und im Griechiſchen das *Chi;* in allen Sprachen Slawiſchen Urſprungs kommt er auch häufig vor. Sonderbar iſt, daſs in den meiſten Ländern, wo die deutſche Sprache herrſchend iſt, Alle dieſen Gutturallaut nach *a*, *o* und *u* mit Leichtigkeit ausſprechen, daſs aber die Meiſten entweder gar nicht, oder nur mit vieler Anſtrengung im Stande ſind, ihn nach *ä*, *e*, *i*, *ö* oder *ü*, oder auch zu Anfange einer Sylbe, auszuſprechen. Wenn z. B. zu ſagen iſt: *Bach*, *Loch*, *Buch*, ſo ſpricht Jeder dieſen Gutturallaut leicht aus; wenn es aber im Plural heiſst: *Bäche*, *Löcher*, *Bücher*, ſo wird nicht mehr derſelbe Laut, ſondern ein dem *j* ähnlicher Laut ausgeſpro-

Digitized by Google

chen. Da es einmal üblich iſt, ſo iſt nichts dagegen einzuwenden; nur iſt es kaum zu begreifen, wie ſo Viele einen Laut, den ſie nach gewiſſen Vokalen leicht ausſprechen, nicht auch nach andern Vokalen, oder auch zu Anfange einer Sylbe eben ſo leicht ausſprechen können, und wie ſie den Unterſchied zweier ſo verſchiedenen Laute weder durch das Gehör, noch bei der Ausſprache durch das Gefühl bemerken, und einerlei Laut zu hören und auszuſprechen glauben.

Bei *der fünften Abtheilung der Conſonanten*, welche als eine Fortſetzung der vierten Abtheilung angeſehen werden kann, weil ſie auch durch eine Näherung der Theile hervorgebracht werden, iſt eine *Zitterung gewiſſer Sprachwerkzeuge* erforderlich, man kann ſie alſo füglich *Zitterlaute* nennen. Hieher gehört in den Sprachen gebildeter Völker nur eine Art von Laut, nämlich

der *Zungenzitterlaut*, *r*, welches auch von Vielen, wiewohl weniger gut, als *Kehlenzitterlaut* ausgeſprochen wird, und auch noch auf eine dritte Art ausgeſprochen werden kann. Bei *dem erſtern*, welcher reiner und ſchallender iſt als der andere, muſs die Zungenſpitze frei und (damit der Luftſtrom mehr darauf wirken könne) ein wenig aufwärts gerichtet ſeyn; die Zunge wird (nicht ſo ſteif, wie bei dem *l* und *s*, ſondern) ganz locker und leicht beweglich gehalten, und der Zungenrücken wird dem Gaumen genähert, ſo daſs die durchziehende Luft die Zungenſpitze in zitternde Bewegung ſetzt. Bei der Hervorbringung des *r* als *Kehlenzitterlaut* wird die Zungenwurzel dem hintern Gaumen ſo genähert, daſs die weichen Theile deſſelben bei dem Durchzuge der Luft

Digitized by Google

Zitterungen machen. Der vordere und der mittlere Theil der Zunge haben nichts hierbei zu thun. In manchen Gegenden von Deutſchland wird das *r* faſt allgemein als Kehllaut ausgeſprochen, ſo daſs man für deren Bewohner den Zungenzitterlaut als Schiboleth gebrauchen könnte. Ich war auch ſonſt gewohnt, das *r* als Kehlenlaut auszuſprechen, und konnte mir gar keinen Begriff davon machen, wie es, nach Angabe vieler guten Schriftſteller, als Zitterung der Zungenſpitze, oder auch überhaupt als Zungenlaut, angeſehen werden könne. Erſt vor kurzem habe ich es aber auch als Zungenzitterlaut hervorbringen gelernt, nachdem mein ſehr achtungswerther Freund, der Herr Regierungsrath Hahn in Erfurt, mir die Art der Hervorbringung genauer gezeigt hat. Seitdem habe ich bemerkt, daſs das *r* ſich auch noch auf eine dritte Art, dem Zungenlaute ſehr ähnlich, ohne Hülfe der Zunge und der Kehle, ſehr leicht hervorbringen läſst, nämlich, als eine Art von *Lippenzitterlaut.* Die Zunge muſs dabei platt niederliegen, um die Wirkung des Luftſtroms nicht zu hemmen, und die Lippen dürfen nicht etwa vorgeſtreckt werden, (damit es nicht in den hernach zu erwähnenden Schnaubelaut ausarte), ſondern ſie müſſen etwas mehr einwärts faſt wie bei dem *w*, gehalten werden, nur nicht ganz ſo nahe bei einander, und ſehr locker, ſo daſs der durchziehende Luftſtrom ſie zittern macht. Bei allen 3 Arten das *r* hervorzubringen, zieht ſich der Kehlkopf etwas in die Höhe. Uebrigens müſſen nur wenige Zitterungen geſchehen, ſie dürfen auch nicht zu ſtark ſeyn, weil ſonſt der Laut als Zungenlaut oder auch als Lippenlaut gar zu ſchnurrend, und

Digitized by Google

als Kehlenlaut gar zu ſchnarrend wird, und in einen Gurgellaut ausarten kann.

Im Böhmiſchen, Polniſchen u. ſ. w. iſt das *rz* (*erſch* genannt) eine Verſchmelzung des *r* mit einem *sch*. Die Chineſen können bekanntermaſsen das *r* nicht ausſprechen, und verwandeln es in *l*.

Auſser dem *r*, welches am beſten als Zungenzitterlaut, allenfalls auch als Lippenzitterlaut, oder, wenn man es nicht beſſer zu machen im Stande iſt, auch als Kehlenzitterlaut ausgeſprochen werden kann, giebt es noch eine ſehr rauhe Art von *Lippenzitterlaut*, den man füglich *Schnaubelaut*, oder *Brauſelaut* nennen kann. Er kommt in keiner Sprache eines gebildeten Volkes vor, wohl aber, nach Forſter, (in der Beſchreibung ſeiner Reiſe um die Welt mit dem Capitain Cook) in dem von ihm durch *Ambrym* ausgedrückten Namen einer Inſel nicht weit von Neuguinea, und ſonſt in der dortigen Sprache. Die Luft wird durch die vorgeſtreckten und aneinander gelegten Lippen gepreſst, und der Laut iſt faſt ſo, wie wenn die Pferde ſchnauben, und könnte einigermaſsen durch *brr* ausgedrückt werden.

Die *ſechste Abtheilung der Conſonanten*, wo die Hervorbringung blos *durch einen hörbaren Hauch* geſchieht, enthält nur, (wenn man nicht etwa das *Schwah* hieher rechnen will)

den *Hauchlaut*: *h*. Die Stelle der Hervorbringung des *h* iſt noch weiter hinterwärts, als die, wo das Gutturale *ch* und das als Kehlenlaut ausgeſprochene *r* hervorgebracht wird. Dem Gefühle nach halte ich dafür, daſs die hintere Gaumenöffnung bei dem *h* noch mehr ſich erweitert, als bei dem *a*. Man

Digitized by Google

kann alſo dem *h* eine ſolche Verwandtſchaft mit dem *a* zuſchreiben, wie das *w* mit dem *u*, und das *j* mit dem *i* hat; nur mit dem Unterſchiede, daſs bei dem *h* etwas mehr Erweiterung, aber bei dem *w* und *j* etwas mehr Verengung Statt findet, als bei den mit ihnen verwandten Vokalen. Das *h* macht alſo in Hinſicht auf mehrere Erweiterung eine Ausnahme von allen übrigen Conſonanten, indem bei allen andern die Verengung ſtärker iſt, als bei irgend einem Vokal. Man kann es alſo füglich mehr für eine Aſpiration, als für einen eigentlichen Conſonanten halten, wie es denn auch im Griechiſchen nur durch ein dem folgenden Vokal beigefügtes Aſpirationszeichen, den *ſpiritus aſper*, ausgedrückt wird. Von den Neugriechen wird dieſer eben ſo ohne eine (wenigſtens für Andere) bemerkbare Aſpiration ausgeſprochen, wie der *ſpiritus lenis*, ſie unterſcheiden aber beide richtig im Schreiben. Im Ruſſiſchen wird das *g* und das *h* durch einerlei Buchſtaben bezeichnet, ſo daſs man die richtige Ausſprache entweder wiſſen oder errathen muſs.

Wollte man nun die Conſonanten nicht, wie hier geſchehen, nach den verſchiedenen Arten der Hervorbringung ordnen, ſondern nach den *Sprachwerkzeugen*, welche zu deren Hervorbringung am meiſten beitragen, ſo könnte dieſes wohl am beſten auf folgende Art geſchehen:

I. *Lippenlaute.*

1) Verſchluſs der Lippen und der Naſe, *b* und *p*.

2) Verſchluſs der Lippen bei offener Naſe, *m*.

Digitized by Google

3) Stemmung der Lippen an die entgegengesetzte Reihe der Zähne, oder aneinander, *f.*

4) Zisch durch die breitgehaltenen Lippen, *w.*

(Ausserdem zwei Arten von Lippenzitterung, von denen die eine als ein *r* anzusehen, und die andere ein Schnaubelaut ist.)

II. *Zungenlaute.*

1) Verschliessung des Vordergaumen durch die Zunge bei verschlossener Nase, *d* und *t.*

2) Dieselbe Verschliessung des Vordergaumen durch die Zunge bei offener Nase, *n.*

3) Stemmung der Zunge gegen den Vordergaumen, nebst concaver Biegung der Zunge hinter der angestemmten Stelle, *l.*

4) Zisch zwischen der Vorderzunge und dem Vordergaumen bei convexer Haltung der Zunge, *s.*

5) Zungenzitterung, *r*, bei der besten Aussprache dieses Lautes.

III. *Gaumenlaute.*

1) Stemmung der Zungenränder gegen den mittlern Theil des Gaumen, *j.*

2) Zisch in der ganzen Breite des Gaumen, und auch durch die Zähne, *sch.*

IV. *Kehlenlaute.*

1) Verschliessung der Kehle und der Nase, *g* u. *k.*

2) Verschliessung der Kehle bei offener Nase, *n̄.*

3) Zisch durch die sehr verengte Kehle, *ch.*

(Ausserdem ein Kehlenzitterlaut, das nicht gut ausgesprochene *r.*)

V. *Lungenlaut*, oder Hauchlaut, *h.*

Digitized by Google

Aufser den hier erwähnten Conſonanten giebt es noch verſchiedene *Schnalzlaute*, welche durch eine plötzliche Zurückziehung der an einander gedrückten Lippen, oder der an den Gaumen gepreſsten Zunge, nach einer Art von Saugen (nicht durch Wirkung der Lunge, ſondern durch innere Ausdehnung des Mundes) hervorgebracht werden, indem, bei plötzlich aufgehobener Verdünnung der innern Luft, etwas Luft von Aufsen in die Mundhöhle ſchnell einſtrömt. Dergleichen *Lippenſchnalzlaute* und *Zungenſchnalzlaute* finden ſich nicht in den Sprachen gebildeter Völker; aber in der Sprache der Hottentotten ſollen vier Arten ſolcher Laute vorkommen, und auch einige, nach Salt, in verſchiedenen Sprachen des öſtlichen Afrika. Zu den Sprachlauten, von denen hier die Rede war, können ſie nicht gerechnet, oder unter dieſe eingeſchaltet werden, weil bei allen dieſen ein Ausſtrömen der Luft durch den Mund, oder durch die Naſe Statt findet, dahingegen bei den Schnalzlauten eine Exploſion (oder vielmehr Imploſion) der Luft von Aufsen in die Mundhöhle geſchieht, ſo daſs, wenn man das Ausſtrömen der Luft als etwas poſitives anſieht, man ſie füglich: *negative Sprachlaute*, nennen könnte.

Chladni.

Digitized by Google

VII.

Ueber Perkins Dampfmaſchine, veranlaſst durch den Aufſatz des Hrn. Prof. Schmidt im letzten Stück dieſer Annal. vom v. J.

von

Hrn. R. R. Prechtl, Dir. d. polyt. Inſt. *)

Der Aufſatz des Herrn Profeſſor Schmidt im letzten Stücke Ihrer Annalen vom v. J. (das mir erſt vor einigen Tagen zugekommen iſt) über Perkins neue und ſo vielfach beſprochene Dampfmaſchine veranlaſst mich, Ihnen meine eigenen Bemerkungen über dieſelbe hier mitzutheilen, die Ihnen vielleicht in ſo fern nicht unwillkommen ſind, als Sie daraus ſehen werden, daſs ich, durch vollgültige Gründe geleitet, der im 10ten Stücke Ihrer Annalen von Ihnen geäuſserten negativen Meinung, rückſichtlich des Werthes dieſer Erfindung, beitrete. Ich hätte Ihnen früher etwas darüber geſendet, wenn ich geglaubt hätte, daſs das Urtheil über den Werth oder Unwerth dieſer Maſchine, die in England eine Art von Parteiſache geworden zu ſeyn ſcheint, noch bis jetzt nicht entſchieden ſeyn ſollte.

Indem ich eine gegentheilige Meinung äuſsere, habe ich glücklicherweiſe nicht nöthig, den verehrungswürdigen Herrn Profeſſor Schmidt zu widerlegen: im Gegentheile bin ich im Weſentlichen mit Al-

*) Ein Schreiben an Gilbert, Wien d. 7. März 1824.

Digitized by Google

lem, was in ſeinem Aufſatze ſteht, einverſtanden, obgleich wir über das Endreſultat ſelbſt verſchiedener Meinung ſind, weil in jenem Aufſatze ein Fragepunkt nicht erwähnt iſt, auf deſſen Löſung hier doch im Grunde alles ankommt. Dieſe Frage iſt:

Wie iſt es möglich, daſs in einem Dampfapparate, der wenigſtens *10 Mal kleiner iſt* (nach der das Waſſer berührenden erhitzten Fläche genommen) als die nach den bisherigen Erfahrungen gebauten, für eine Dampfmaſchine, eine gleich groſse mechaniſche Wirkung hervorgebracht werde?

Hierüber iſt nun Folgendes zu erinnern.

Die wirkende Kraft der Dampfmaſchine iſt der Dampf, welcher in dem Dampfkeſſel erzeugt wird: die Menge dieſes Dampfes in einer Sekunde beſtimmt die Stärke der Maſchine in Pferdekräften, welche mit dieſem Dampfkeſſel in Verbindung geſetzt werden ſoll. Theoretiſch rechnet man auf jeden Viertel-Kubikfuſs Dampf in der Sekunde, und praktiſch auf jeden halben Kubikfuſs Dampf (von etwa 80° R.) in der Sekunde eine Pferdekraft. Wenn man alſo einen Dampfkeſſel hat, welcher 5 Kubikfuſs Dampf von 80° R. in der Sekunde liefert; ſo wird eine Dampfmaſchine, welche mit demſelben in Verbindung geſetzt wird, die Kraft von 10 Pferden haben. Auf die Dimenſionen der Dampfmaſchine ſelbſt, nämlich des Treibcylinders kommt es dabei nur in ſofern an, als von dem Durchmeſſer deſſelben und der Geſchwindigkeit des Kolbens in Beziehung auf die Dampfmenge die Elaſticität der Dämpfe, mit welcher ſie wirken, abhängt.

Nun hängt, allen bisherigen vielfach im Groſsen angeſtellten Verſuchen gemäſs, die Gröſse der Ver-

Digitized by Google

dampfung von der Fläche des Keſſels ab, welche von Auſsen von dem Feuer beſtrichen wird, und von Innen mit dem Waſſer in Berührung ſteht; und dieſen Erfahrungen nach liefern 20 Quadratfuſs ſolcher Keſſelfläche in der Sekunde einen Kubikfuſs Dampf, wenn die äuſsere Feuerung ſo ſtark unterhalten wird, daſs das Waſſer, im Falle der Keſſel offen wäre, beſtändig im ſtarken Sieden erhalten wurde. Ich habe bei einer ähnlichen Gelegenheit in dem 1ten Bande der Jahrbücher des polytechniſchen Inſtituts S. 128 darauf aufmerkſam gemacht, daſs dieſes Verhältniſs beinahe genau dasjenige ſey, welches Dalton für die aus der Oberfläche eines ſiedend heiſsen Waſſers verdunſtende Waſſermenge gefunden hat. Dünnere Keſſelwände liefern bei gleicher Feuerung in derſelben Zeit mehr Dampf; auch kann dieſe Dampfmenge durch eine ſehr ſtarke Feuerung noch vermehrt werden.

Um zu ſehen, wie weit ſich dieſe Vermehrung treiben lieſse, machte ich vor mehreren Jahren mit einer dünnen kupfernen Schale, die mit Waſſer gefüllt und einem ſehr heftigen Feuer ausgeſetzt wurde, verſchiedene Verſuche. Ich fand, daſs unter den gehörigen Umſtänden Waſſer ſich ſo ſchnell verdampfen laſſe, daſs 5 Quadratfuſs Fläche in der Sekunde einen Kubikfuſs Dampf liefern. Ich halte dieſes für das erreichbare Maximum. Bei der Anlage von Dampfmaſchinen und für die gewöhnliche Feuerung darf man, um ſicher zu ſeyn, niemals weniger als 20 Quadratfuſs pr. 1 Kubikfuſs Dampf für 1 Sekunde rechnen, der Keſſel mag übrigens wie gewöhnlich gebaut, oder aus Röhren zuſammengeſetzt ſeyn.

Digitized by Google

Wir wollen nun dieſe Sätze auf den vorliegenden Fall anwenden, und die Perkins'ſche Maſchine nach den vorhandenen Daten berechnen.

Der Generator des Herrn Perkins faſst (nach einer Angabe in den Annalen XV. 131) 1528 par. Kub. Zoll. Nach einer andern Angabe ib. 126, iſt dieſer Keſſel etwa 2′ hoch und hat 15″ Durchmeſſer. Alſo 9″ im Lichten. Folglich beträgt die Höhe im Lichten etwa 24 Zoll.

Mit Einſchluſs der beiden Bodenflächen beträgt alſo die innere Fläche des Cylinders = $5\frac{1}{2}$ Quadratfuſs. Nach dem angegebenen Maximum der Dampferzeugung liefert folglich dieſe Fläche $1\frac{1}{10}$ Kubikfuſs Dampf von 80° R. in 1 Sekunde, welches die bewegende Kraft von beiläufig 4 Pferden iſt, wenn man keinen Verluſt in Anſchlag bringt (wie nachher noch erwähnt wird) und von 2 Pferden praktiſch genommen, nach Watt'ſcher Rechnungsweiſe.

Das Modell der Perkins'ſchen Dampfmaſchine kann alſo im *Beharrungsſtande* keine gröſsere Kraft ausüben, als jene von 4 und reſpektive 2 Pferden.

Würde der Generator nicht ſtärker geheizt, als ein gewöhnlicher Dampfkeſſel; ſo würde das Modell nur $\frac{1}{2}$ Pferdekraft äuſsern.

Wie groſs iſt bei dieſer Wirkung im Beharrungsſtande die Elaſticität der Dämpfe im Treibcylinder? Die Geſchwindigkeit des Kolbens iſt 200 Fuſs in der Minute: die Grundfläche des Kolbens = 3,12 Quadratzoll, folglich der Raum, welchen der Kolben in einer Sekunde durchläuft = 124,8 Kubikzoll. Nun iſt der in einer Sekunde wirkende Dampf von 80° R. = $1\frac{1}{10}$ Kub. Fuſs = 1900 Kub. Zoll; alſo iſt die Elaſticität

Digitized by Google

der Dämpfe im Treibcylinder $= \frac{1900}{124,8} = 15$ Atmosphären.

Folglich ist der mechanische Effekt
$= 3,12 \times 14,6 \times 15 \times 200 = 136500$, welche durch 22000 dividirt die Kraft von 6 Pferden geben; dividirt man nach Watt durch 33000; so ist es die Kraft von 4 Pferden (theoretisch).

Bei kleinen Maschinen ist es mehr noch als bei gröfsern nothwendig, zur Bestimmung der Pferdeskräfte den gröfsern Watt'schen aus Erfahrungen an Dampfmaschinen hergeleiteten Divisor anzunehmen, da bei diesen Maschinen der Verlust an Dampf durch die Leitungsröhren und an Wirkung durch die Reibung der Maschinentheile bedeutend gröfser ist. Ist es ferner wahr, dafs der Gegendruck im Kondensator Perkins 5 Atmosphären betrug; so war der effektive Druck auf den Kolben nur 10 Atmosphären, der mechanische Effekt also nach der 1ten Rechnung nur $4\frac{1}{10}$ Pferdekräfte, nach der 2ten nur $2\frac{1}{4}$ Pferdekräfte. Und selbst dieser Effekt ist nur theoretisch: denn in der Praxis nimmt man niemals den effektiven Druck auf den Quadratzoll der Kolbenfläche für eine Atmosphäre zu 14,6 Pfund an; sondern er zeigt sich in der Erfahrung von den kleinsten bis zu den gröfsten Maschinen von 7 bis zu 9 variirend; so dafs in der Praxis der Nutz-Effekt jeder Dampfmaschine eigentlich nur die Hälfte des Berechneten ist, wie ich dieses bereits aus den hierüber vorhandenen Erfahrungen in meinem in dem bereits angeführten 1. Bande der Jahrbücher des polytechnischen Instituts enthaltenen Aufsatze über Dampfmaschinen bemerkt habe. Hieraus

Digitized by Google

kann man mit ziemlicher Sicherheit ſchlieſsen, daſs Perkins Modell im Beharrungszuſtande nicht viel mehr als *die Kraft von* $1\frac{1}{2}$ *Pferden* leiſten wird, und es ſcheint, daſs Perkins die von ihm angegebenen Reſultate eigentlich nur und zum Theil nach irrigen Daten berechnet habe.

Wir können aber auch Perkins Maſchine in ihrem Zuſtande betrachten, bevor ſie in den Beharrungszuſtand tritt; und ich glaube, daſs hierin hauptſächlich die Täuſchung Perkins liegt. Bevor nämlich die Maſchine in Gang geſetzt wird, wird der Keſſel, wie jeder andere, im Voraus geheizt, und wie es ſcheint, hier ſo, daſs der dicke Cylinder an der Auſſenſeite zum Glühen kommt. Wir wollen nun berechnen, was dieſe Anſammlung von Wärme in einer ſolchen Metallmaſſe und in dem enthaltenen Waſſer für eine Vergröſserung des Effektes hervorbringe, bevor die Maſchine in den Beharrungsſtand tritt. Denn wenn der Cylinder auf dieſe Art vorläufig erhitzt iſt; ſo würde er bloſs mit dieſer Wärme einige Zeit hindurch die Maſchine treiben, wenn auch das Feuer gänzlich entfernt würde: da durch die fortwährende Heizung der im Vorigen berechnete Beharrungsſtand hervorgebracht wird; ſo kommt alſo für einen gewiſſen Zeitraum dieſe Wärme noch der Dampferzeugung oder dem mechaniſchen Effekte zu gute.

Der Cylinder enthält nach der gehörig vorbreiteten Feuerung 1528 p. Kub. Z. = 62 Pfund par. Waſſer von 168° R. Geſetzt dieſes Waſſer käme plötzlich mit der Atmoſphäre in Berührung, wie viel Waſſer wird ſich in Dampf von 80° R. verwandeln, und wie

viel Wasser von 80° R. wird tropfbarflüssig zurückbleiben?

Das Wasser, welches in diesem Falle verdampft, sey $= x$; so ist die Wärme, die es zur Verdampfung braucht $= 80 . 5\frac{1}{2} . x$, das zurückbleibende Wasser ist $p - x$, und seine Wärme $= (p - x)\ 80$; die Wärme des ganzen ist $= p . 168$, also $168\ p . = 80 . 5\frac{1}{2} . x + (p - x)\ 80$, und $x = \frac{(\frac{168}{80} - 1)}{5\frac{1}{2} - 1} =$ 0,24 × 62 = 14,8 Pfund: oder so viel Wasser verwandelt sich durch die eigene Temperatur der ganzen Menge in Dampf von 80° R.

Wieviel vermag die in der Masse des Cylinders angehäufte Wärme Wasser in Dampf von 80° R. zu verwandeln? Nach den Umständen, wie sie im vorliegenden Falle vorhanden sind, kann man annehmen, dafs der Cylinder im Mittel eine Temperatur von 300° R. erhalten habe; denn bei einer solchen Masse mufs die Aufsenfläche des Cylinders glühen, wenn die innere mit dem Wasser in Berührung stehende über 168° R. erhalten soll. Nach den früher angegebenen Dimensionen enthält die Metallmasse des Generators mit Einrechnung der beiden Böden, und 3 Zoll dicken Wänden = 3770 K. Zoll, oder 1130 Pfund. Die spezifische Wärme dieses Metalls kann zu 0,1 angenommen werden. Die in dem Cylinder angehäufte Wärme reicht also hin 113 Pfund Wasser auf eine Temperatur von 300° R. zu bringen, oder $\frac{300 \cdot 113}{80 \cdot 5\frac{1}{2}} = 77$ Pfund Wasser in Dampf von 80° R. zu verwandeln. Addiren wir hiezu die vorher ge-

Digitized by Google

fundenen 14,8 Pfund; so ergiebt sich eine additionelle Dampfmenge von 91,8 Pfund.

Wenn die Maschine in Gang gesetzt wird, so wirkt diese Dampfmenge auf die Vermehrung des ausserdem Statt findenden constanten Effektes: wie gross diese Vermehrung sey, läßt sich nicht bestimmen, weil die Zeit der Verwendung dieser angehäuften Wärme unbekannt ist, oder auch der Querschnitt des Communications-Ventils und die Zeit seiner Oeffnung. Perkins spricht von einem Drucke von 30 bis 35 Atmosphären; wir wollen daher aus dieser Angabe die Zeit berechnen, durch welche diese angehäufte Wärme auf die Vermehrung der Wirkung im Beharrungsstande fortwirkt. Bei letzterer ist, wie wir gesehen, höchstens ein Druck der Dämpfe von 15 Atmosphären vorhanden. Damit also beim Anfange des Ganges der Maschine die Elasticität der Dämpfe auf 30 Atmosphären steige, müssen vermittelst jener angehäuften Wärme in jeder Sekunde 1900 K. Zoll Dampf von 80° R., oder eben so viel als im Beharrungsstande, hinzutreten. Diese Dampfmenge wiegt, auf den Druck von 30 Atmosphären reducirt, etwa $\frac{1}{30}$ Pfund. Folglich reicht die vor dem Anlassen der Maschine in dem Generator angehäufte Wärme hin, die Maschine vor ihrem Eintritte in den Beharrungsstand 91,8 × 30 Sekunden, oder etwa 46 Minuten im Gange zu erhalten, mit einem Drucke der Dämpfe von 30 Atmosphären, vorausgesetzt, dass diese Wirkung gleichförmig erfolge. Da aber dieses nicht der Fall ist; sondern die Wirkung vom ersten Augenblicke an immer abnimmt, bis sie in den Beharrungsstand selbst tritt; so ist jene Zeit wenigstens noch einmal so gross, wenn auch die

Digitized by Google

Wirkung in der erſten Zeit mit noch mehr als einem 35fachen Drucke erfolgte. Es iſt alſo ſehr wahrſcheinlich, daſs Herr Perkins dadurch in Irrthum geführt wurde, daſs er die im Generator früher angehäufte Wärme nicht berückſichtigte, und den Gang der Maſchine in der erſten halben oder auch ganzen Stunde für denjenigen anſah, nach welchem ſich ihre Kraft bemeſſen lieſs; was um ſo leichter geſchehen konnte, da man bei ähnlichen Modellen ſich gewöhnlich nur mit kurzen Verſuchen von einer Stunde und darüber begnügt, wo es darauf ankommt, ſie Fremden zu zeigen. Es iſt demnach wahrſcheinlich, daſs Perkins bei dieſer Maſchine wirklich eine Elaſticität der Dämpfe von 35 Atmoſphären beobachtet, und daraus die präſumirte Stärke derſelben nach Pferdeskräften berechnet habe. Man ſieht aus dem Vorigen, daſs unter den obwaltenden Umſtänden dieſes Modell wirklich einige Zeit hindurch mit einem Drucke der Dämpfe von 30 Atmoſphären und darüber, und einer daraus berechneten Kraft von 10 Pferden arbeiten könne, obgleich ſein praktiſcher Effekt im Beharrungszuſtande nur etwa $1\frac{1}{2}$ Pferdeskräfte, folglich weniger beträgt, als die gleiche Dampfmenge in einer Watt'ſchen Maſchine leiſten würde; welches daher kommt, weil ein bedeutender Theil des Dampfes durch die Gegenwirkung im Kondenſator verloren wird.

Aus dem Bisherigen läſst ſich Folgendes mit einiger Zuverläſſigkeit annehmen:

1. Perkins Dampfmaſchine enthält weder ein neues

Princip, noch eine vortheilhafte Verbeſſerung.

2. Sein ſogenannter Generator, worin das Weſentliche ſeiner Vorrichtung beſteht, iſt eine für den Zweck unvollkommene Vorrichtung, weil ſie offenbar bei den ungeheuer dicken Wänden einen unnöthigen Aufwand an Brennmaterial verurſacht, indem es bekannt iſt, daſs Flüſſigkeiten in dünnen Gefäſsen ſparſamer erhitzt werden können, als in dicken. Ueberdem ſind ſolche Gefäſse bald zerſtört, weil die äuſsere Oberfläche einen zu hohen Hitzgrad erlangt. Da nun hier nicht, wie bei Keſſeln, eine Reparatur möglich iſt, ſo iſt ein ſolcher Generator zugleich eine ſehr koſtſpielige Vorrichtung. Ob übrigens dieſer Generator ganz oder nur zum Theil mit Waſſer gefüllt ſey, hat auf die Art der Dampferzeugung gar keinen Einfluſs, und kömmt nur in ſofern in Betracht, als die innere Fläche deſſelben ganz zur Dampferzeugung benutzt wird, wenn derſelbe mit Waſſer ganz angefüllt iſt. Ein Röhrenkeſſel iſt einem ſolchen Generator weit vorzuziehen.

3. Dampfmaſchinen mit hohem Druck, auf die Art wie die Perkins'ſche mit unmittelbarer Kondenſation eingerichtet, ſind für Brennſtoffökonomie ohne Vortheil, weil der Gegendruck im Kondenſator zu groſs wird, was ein reiner Verluſt an Nutzeffekt, d. h. an Brennmaterial, iſt; und ſind daher den Watt'ſchen weit

Digitized by Google

nachzuſetzen *). Dann ſind aber dieſe Maſchinen mit bedeutendem Vortheil verbunden, *a.* wenn die aus dem Treibcylinder nach vollbrachter Wirkung entweichenden Dämpfe zur Erwärmung von Flüſſigkeiten oder Heizung von Räumen benutzt werden, in welchem

*) *Anmerkung.* Man kann es als Erfahrungsſatz annehmen, daſs gleiche Gewichte Dampf von irgend einer Temperatur gleiche Mengen Wärme enthalten. Dämpfe von höherer Temperatur oder Expanſivkraft brauchen alſo zu ihrer Bildung bei gleich groſser mechaniſcher Wirkung weniger Wärme als Dämpfe von niederer Temperatur oder geringerer Dichtigkeit. Und hierin liegt im Allgemeinen der Vortheil der Anwendung von Dämpfen von höherer Elaſticität als bewegende Kraft. Z. B. Ein Pfund Waſſerdampf von 84° R. und ein Pfund Dampf von 104° R. brauchen zu ihrer Bildung gleiche Mengen Wärme. Nun enthält aber der erſtere 25,7 K. Fuſs Dampf von 34″ Elaſticität, und der letztere 12,6 K. Fuſs mit einer Elaſticität von 74,″4. Betrachtet man beide in ihrer Anwendung als mechaniſche Kraft, ſo iſt das mechaniſche Moment von 1 Pfund Waſſerdampf von 84° R. = 873 und jenes von 1 Pfund Waſſerdampf von 104° R. = 937. Die Erſparung an Brennmaterial iſt alſo bei der Anwendung der letztern Dämpfe in demſelben Verhältniſſe; beträgt alſo etwa $\frac{1}{17}$. Für Dampf mit einem Drucke von 15 Atmoſphären berechnet, beträgt dieſe Erſparniſs $\frac{1}{8}$. Dennoch iſt, wenn man nicht die oben berührten Vortheile damit verbindet, dieſe Erſparniſs ſelten oder nie zureichend, denjenigen Wärmeverluſt zu erſetzen, welchem Dampfmaſchinen mit hohem Druck durch die gröſsern Schwierigkeiten in der feſten Verbindung, Liederung etc. mehr ausgeſetzt ſind, als jene mit niederem Druck.

Digitized by Google

Falle die mechaniſche Kraft beinahe gar nichts koſtet. *b*) wenn das Expanſionsprincip in Anwendung gebracht wird, wie bei den Woulfe'ſchen Maſchinen. Mit dieſen letztern kann man die Erſparung an Brennmaterial aufs äuſſerſte treiben, und im Vergleich mit denſelben müſste die vorliegende Perkins'ſche Maſchine weit zurückſtehen.

Prechtl.

Digitized by Google

TAG	8 MOHR p. L.	° R.	WINDE TAGS	WINDE NACHTS	WITTERUNG TAGS	WITTERUNG NACHTS	UEBERSICHT. Zahl der Tage.
1	337,,,7		S 2	S 2	vr.	vr.	heiter 2
2	38 4		S 2	oso 2	ht. Mg. Abrth	tr.	schön 5
3	37 3		SO. O 2	O 2	tr. Nbl	tr.	verm. 11
4	36 0		S 3. 4	S 3	sch. Nbl srrm.	tr. Schn. wdg	trüb 13
5	34 7		ssw. S 2	S 1	vr. Rg. u. Schnee	tr.	Nebl 19
6	36 5		SW, wsw 1	SO 1	tr. strk Nbl	tr.	Duft 3
7	40 8		SO. S 1. 3	S 2	tr. Nbl Mgrth wdg	tr.	Regen 7
8	40 7		S. ssw 2	ssw 2	tr. NblMgr. Rg. Abr	tr.	Reif 2
9	40 2		SW. ssw 1	SW 1	tr. Rg.	tr. Rg.	Schnee 2
10	40 3		NW. ssw 2	wsw 3	vr. Nbl Rg.	tr. wdg	windig 2
11	54 3		wnw. Strm	wnw 4	vr. Rg. Schn. Strm	ht. strm.	stürm. 3
12	54 9		wnw 3. 2	wnw 3	tr.	tr.	Sturm 1
13	28 2		SW 5. 4	SW 4	tr. Rg. strm.	tr. strm.	
14	27 5		sso 1. 2	sso 2	tr. Nbl	tr.	Nächte
15	26 4		sso. SW 5. 4	SW 3	vr. strm.	vr. wdg.	heiter 5
16	30 7		NO 2. 1	NO 1	tr. Nbl	tr.	schön 2
17	28 4		NO. ono 1	SW 1	tr. Nbl Dft	tr.	verm. 3
18	31 9		S. SW 2	SW 1	vr. Nbl Abrth	tr.	trüb 19
19	33 0		wsw, ono 1. 3	ono 2	sch. Nbl wdg	vr.	Nebl 2
20	31 9		ono. NO 2	nno 1	vr. Nbl	sch.	Duft 1
21	34 4		wsw. N 1	N 2	desgl.	tr. Dft Rg.	Regen 3
22	34 8		nnw, NW 2	NW 1	tr. Dft Rg.	tr. Rg.	Schnee 1
23	36 1		nno. NO 1	O 2	tr. Dft Nbl	tr.	windig 3
24	37 1		oso 2	SO 1	vr. Nbl Abrth	ht.	stürm. 2
25	33 2		SO. S 1. 2	O 2	sch. Nbl Reif Abr.	ht. Nbl	
26	32 6		ono 1	ono 1	tr. Nbl	tr.	Mgrth 4
27	32 6		O. ono 1	ono 1	vr. Nbl	sch. Nbl	Abrth 6
28	33 1		NO. nno 1	nno 1	vr. Nbl Abrth	ht.	
29	34 2		ono 1	ono 1	ht. Nbl Reif Mg Abr	sch.	
Med	334,,,41		nördl. u.	östliche	Anzahl der Beobb. an jedem Instrum. 145		

grometer

640,25

Zeit		
	+	2, 98
	—	1, 03
8	m +	0, 27
12	m —	1, 06
2	m —	
6	m —	13, 16
10	m —	18, 45
		31, 60
		= 13,8°

Berechnung der absoluten Höhe von Halle über dem Meere, aus den Mittags-Beobachtungen des Monats Februar:

	Barometer	Thermomet.	Höhe
29 Beobb. im ganzen Mon.			
geb. d. Mittel = m =	334‴,429	+ 20,86	285Ffs,169
dav. sind 5 bei nördl. Wd	m — 0, 774	m — 0, 06	m + 53,272
7 bei östlich. -	m — 0, 869	m — 0, 90	m + 57,958
13 bei südl. -	m + 0, 567	m + 0, 13	m — 47,644
4 bei westl. -	m + 0, 634	m + 1, 22	m — 51,386

Erklärung, Dt. Duft, Rg. Regen, Gw. Gewitter, Bl. Blitze, wnd. oder Wd. windig, Mgrth. Morgenroth, Abrth. Abendroth.

Digitized by Google

bed., Mittgs rings Cirr. Str., darüber Cum., oben erſtere
l; Abds in SO u. O heiter, ſonſt viel klein geſond. Cirr. Str.
r. Schleier, Mittgs iſt dieſer nach O geſunken und es wird dann
der Horiz. bel., drüber ſtehen einige Cirr. Str. und das Zenith
:o. gleiche Decke wird Mittgs wolk., Abds heiter bis auf bel.
riz.; ſpäter ſtehen am Horiz. hin und wieder einige Cirr. Str.,
nleer, obwohl nicht klar. Am 21. Cirr. Str., die früh meiſt
tgs auf heit. Grunde; nach Mittg iſt es heiter, Abds überall
bei nur das Zenith offen, und Spät-Abds gleiche Decke und
U. 7′ Abds ſteht der Mond im letzten Viertel.
m 22. Nchts und von 8 früh bis 5 Abds, Reg., dann, von 7
ſtets bei gleicher Decke. Am 23. Nchts noch etws Reg., Tags
d Nebl, früh Duft. Am 24. gleiche Decke und Nebl, löſen
Abds iſt es heiter und ſpäter nur der Horiz. bedünſtet. Am 25.
d Nebl, Mittgs heiter mit Cirrus-Spur; Nchmittgs in NW
Abds und ſpäter, faſt heiter. Am 26. gleiche, ſelten wolk.
lig. Am 27. um's Zenith Tags über heiter, ſonſt zeigen ſich
irr. Str.; Abds herrſcht wolk., ſpäter gleiche Decke. Die Fer-
. Der Mond ſteht heute in ſeiner Erd-Ferne. Am 28. gleiche
Mittgs noch in S, oben dagegen in ſehr verwaſch. Cirr. Str.
n N zeigen ſich hohe, doch matte Cum.; bald herrſcht aber
ecke, Abds bricht ſich dieſe in W und Spät-Abds iſt es heiter.
tgs, in N oberhalb, kleine Cirr. Str. und bel. Horiz., ſonſt
etwas neblig. Um 11 U. 30′ Abds heute, tritt der Neu-

Monats: unter viel trüben iſt ſelten ein ſchöner Tag, doch
ſehr mild; meiſt nördliche oft nach Oſt abgehende Winde we-
nicht ſtark, doch iſt auszeichnend ein heftiger nuw Sturm,
n Halle mit Gewitter vereinbart war.

Digitized by Google

ANNALEN DER PHYSIK.

JAHRGANG 1824, DRITTES STÜCK.

I.

Verſuch einer Erklärung des innern Baues der feſten Körper;

vom

Dr. Seeber, Prof. d. Phyſik zu Freiburg im Breisgau.

Eine groſse Menge Naturerſcheinungen ſind Veränderungen in dem innern Zuſtande der Körper. Die Verbindungen mehrerer Körper zu einem einzigen, die Zerlegungen eines einzigen in mehrere, die Veränderungen ihrer Ausdehnung und ihres Aggregat-Zuſtandes, und mithin alle Erſcheinungen der Chemie und Wärmelehre gehören zu dieſer Klaſſe; ferner die Uebergänge der Körper in den elektriſchen und magnetiſchen Zuſtand, die Bewegungen, wobei nicht nur ſie ſelbſt, ſondern auch ihre einzelnen Theile ihre relative Lage ändern, mithin die Bewegungen der flüſſigen Körper im Allgemeinen, von denen der feſten die oscillatoriſche Bewegung, welche die Urſache ihres Tönens iſt.

Digitized by Google

Zur Aufſtellung exacter Theorien von dieſen Erſcheinungen iſt eine genauere Kenntniſs der Natur und innern Beſchaffenheit der Körper nothwendig, als wir bis jetzt beſitzen. Die beiden unter den Namen des atomiſtiſchen und dynamiſchen Syſtems bekannten Hypotheſen darüber beſchränken ſich hauptſächlich nur auf die Art der Raumerfüllung, und ſtimmen nicht hinlänglich mit der Erfahrung überein, um ſolchen Theorien zum Grunde gelegt werden zu können. Der in der Mechanik über die Natur der feſten Körper aufgeſtellte Grundſatz, daſs die relative Lage ihrer Theile beſtändig die nämliche bleibt, ſteht ſogar mit mehreren Eigenſchaften derſelben, nämlich mit ihrer Theilbarkeit, ihrer Elaſticität und mit der Veränderlichkeit ihrer Ausdehnung mit der Temperatur im Widerſpruch. Er kann daher zwar in manchen Theorien der Mechanik angewendet werden, iſt aber in den Theorien der meiſten phyſikaliſchen Erſcheinungen unſtatthaft. Die über die Natur der flüſſigen Körper angenommenen Grundſätze* ſind gleichfalls viel zu allgemein und oberflächlich, um für die groſse Zahl der, in dem Grade der Flüſſigkeit, und in andern Eigenſchaften weſentlich verſchiedenen flüſſigen Körper gelten zu können. Sie ſind daher zur Aufſtellung einer vollſtändigen Theorie ihrer Zuſtandsänderungen nicht zureichend, und daſs die Theorie ihrer Bewegung bisher nur ſehr geringe Fortſchritte gemacht hat, ſcheint gleichfalls hauptſächlich die Folge des Mangels einer genauern Kenntniſs ihrer innern Beſchaffenheit zu ſeyn. Eine exacte Theorie der innern Beſchaffenheit der feſten ſowohl als der flüſſigen Körper iſt daher ein dringendes Bedürfniſs der Na-

Digitized by Google

turlehre, und ihre Aufstellung eine der wichtigsten Aufgaben derselben.

Unsere wahrscheinlichsten Hypothesen über die Art, auf welche die *festen Körper* aus den Theilen ihrer Materie gebildet sind, vereinigen sich sämmtlich darin, dass dieses durch eine wechselseitige Anziehung der Theile geschieht. Ihre Theilbarkeit beweist, dass sie wirklich aus Theilen bestehen; daraus, dass der Widerstand, welchen diese ihrer Trennung entgegensetzen, bei jeder Lage eines Körpers in Beziehung auf andere der nämliche ist, ergiebt sich, dass er in dem Körper selbst liegt, und da er überdies durch eine endliche Kraft überwunden werden kann, und mithin ein gewisses Maas hat, so ist in der That eine wechselseitige Anziehung der Theile die einzige Ursache, die wir dafür anzugeben vermögen. Bei einer Untersuchung über den innern Bau der festen Körper wird es daher zweckmäfsig seyn, zuerst von dieser Annahme auszugehen, und dadurch, dass man ihn mittelst derselben aus den Gesetzen der Mechanik zu erklären sucht, ihre Richtigkeit zu prüfen. Zur Grundlage exacter Theorien von den oben angeführten Naturerscheinungen aber wird eine darauf gegründete Theorie dieses Baues nur dann tauglich seyn, wenn sie eben so *genau* und *zuverläfsig* ist, als die vermittelst der Hypothese der Gravitation aus den Gesetzen der Mechanik abgeleitete Theorie der Bewegungen der Gestirne.

Aus einer blofsen Anziehung der Theile der festen Körper erklärt sich nun zwar ihr Zusammenhang; um aber auch die Festigkeit der Körper daraus zu erklären, würde man die gezwungene und unwahr-

Digitized by Google

ſcheinliche Annahme machen müſſen, daſs die Theile auf eine künſtliche Art in einander eingefügt ſeyen. Man würde ferner bei der Vorausſetzung einer blos anziehenden Wirkung der Theile annehmen müſſen, daſs ſie einander unmittelbar berühren, und dann mehrere weſentliche Eigenſchaften der feſten Körper nicht auf eine einfache und wahrſcheinliche Art erklären können. Denn um die mannigfaltige Verſchiedenheit der Dichtigkeit der verſchiedenen feſten Körper zu erklären, würde man eben ſo viele Arten von einfachen Theilen annehmen müſſen, als es ſolche Körper von verſchiedener Dichtigkeit giebt. Alle feſten Körper haben die Eigenſchaft, daſs ihre Ausdehnung durch eine Erhöhung ihrer Temperatur vergröſsert, durch eine Verminderung derſelben verringert wird; ſie haben die Eigenſchaft elaſtiſch zu ſeyn, d. h. ihre Form kann durch von auſsen auf ſie wirkende Kräfte, auch ohne Trennung ihrer Theile, ein wenig verändert werden, ſtellt ſich aber, nachdem die Kräfte zu wirken aufgehört und die Körper eine Zeitlang um ihre vorigen Formen herum kleine Oscillationen gemacht haben, von ſelbſt wieder her; und dieſe Veränderungen der Form geſchehen nicht blos durch eine Vergröſserung der Ausdehnung, ſondern auch, wie z. B. beim Stoſs, durch eine Verminderung derſelben. Um die genannten Eigenſchaften der feſten Körper bei der Vorausſetzung einer unmittelbaren Berührung ihrer einfachen Theile zu erklären, müſste man ſie den Theilen ſelbſt ſchon beilegen, was zu ihrer wirklichen Erklärung durchaus nichts beitragen würde, weil dieſe bei den Theilen die nämlichen Schwierigkeiten hat, wie bei den Körpern ſelbſt.

Digitized by Google

Alle dieſe Eigenſchaften erklären ſich hingegen auf eine einfache und natürliche Art, wenn man annimmt, daſs die einfachen Theile in gewiſſen Entfernungen von einander ſtehen, durch eine abſtoſsende Kraft, wodurch ſie auf einander wirken, ſich zu nähern, durch eine anziehende ſich von einander zu entfernen verhindert, und ſo vermöge der gemeinſchaftlichen Wirkung beider Kräfte in ihren relativen Poſitionen in einem *ſtabilen Gleichgewicht* *) erhalten werden. Die Theilbarkeit erklärt ſich aus dieſer Hypotheſe auf die nämliche Art, wie aus einer bloſsen Anziehung. Die *Feſtigkeit* und *Elaſticität*, welche darin beſtehen, daſs äuſsere Kräfte, deren Stärke gewiſſe Gränzen nicht überſteigt, zwar geringe vorübergehende, aber keine beträchtlichen und bleibenden Veränderungen in dem Zuſtande der Körper hervorzubringen vermögen, ſind nothwendige Folgen des *ſtabilen Gleichgewichts* der Theile, und mithin ſchon hieraus klar. Bei der Vorausſetzung, daſs die Theile in

*) Das Gleichgewicht eines Syſtems materieller Theile, welche durch anziehende und abſtoſsende Kräfte auf einander wirken, kann nämlich von zweierlei Art ſeyn, entweder *ſtabil* oder *nicht ſtabil*. Werden die im Gleichgewicht befindlichen Theile durch von aufsen auf ſie wirkende Kräfte ſo aus ihren Poſitionen des Gleichgewichtes entfernt, daſs ihre Entfernungen davon gewiſſe Grenzen nicht überſteigen, ſo geht im *erſtern Fall* ihre eigene wechſelſeitige Wirkung dahin, ſie wieder in dieſe Poſitionen zurückzuführen. Sie machen daher, wenn die äuſsern Kräfte zu wirken aufgehört haben, eine Zeitlang Oscillationen von immer mehr abnehmender Gröſse darum herum, und kommen alsdann wirklich wieder darin zurück. Im *zweiten Fall* hingegen wird das Gleichgewicht, ſobald die Theile auch nur um das Geringſte aus den Poſitio-

Digitized by Google

gewiſſen Entfernungen von einander ſtehen, iſt eine jede *kleine Formänderung* der Körper erklärbar, ſie mag durch eine *Vermehrung* oder durch eine *Verminderung* ihres Volumens geſchehen. Die *verſchiedene Dichtigkeit* der verſchiedenen feſten Körper erklärt ſich bei dieſer Vorausſetzung aus einer Verſchiedenheit der Abſtände der einfachen Theile, und die *Veränderungen der Ausdehnung des nämlichen bei veränderter Temperatur* aus Veränderungen dieſer Abſtände, welche Folgen einer dadurch hervorgebrachten Aenderung in dem Verhältniſs der Intenſitäten der anziehenden und der abſtoſsenden Kraft ſind.

Daſs wir an den Oberflächen der feſten Körper keine von den Zwiſchenräumen ihrer einfachen Theile herrührenden Vertiefungen wahrnehmen, beweiſt die Nichtexiſtenz ſolcher Zwiſchenräume durchaus nicht. Denn da nach allen Erfahrungen die Ausdehnung der einfachen Theile ſelbſt äuſserſt gering ſeyn muſs, ſo können auch ihre Zwiſchenräume ſo klein ſeyn, daſs wir ſie beim Befühlen der Oberflächen nicht bemer-

nen, worin es Statt hat, entfernt worden ſind, durch ihre eigene Wirkung ganz vernichtet, und die Theile bleiben entweder in beſtändiger Bewegung, oder begeben ſich in einen Zuſtand des ſtabilen Gleichgewichtes.

Siehe Lagrange Mécanique analytique, 1ſte Ausgabe, p. 58. No. 16 u. f. 2te Ausgabe Bd. 1, p. 66. No. 21—25. Laplace Traité de mécanique céleſte, Bd. 1. p. 87. Poiſſon Traité de mécanique, No. 178. Bd. 1. p. 258. No. 472 u. f. Bd. 2. p. 297.

Daſs das Gleichgewicht der Theile der feſten Körper ein *ſtabiles* iſt, ergiebt ſich aus ihrer Feſtigkeit und ihrer Elaſticität. Wäre es ein *nicht ſtabiles*, ſo müſsten ſie durch den geringſten Stoſs zerſtört werden.

Digitized by Google

ken, weil die Theile unſers Körpers nicht darein einzudringen vermögen. Mittelſt des Geſichtes nehmen wir die Körper dadurch wahr, daſs die Lichtſtrahlen von ihrer Oberfläche zurückgeworfen werden und dann mannigfaltig modificirt in unſer Auge gelangen. Die Zurückwerfung erklärt ſich aus einer abſtoſsenden Wirkung, welche die Theile der Körper auf die des Lichtes ausüben. Dieſe Wirkung muſs bei einer äuſserſt geringen Gröſse der einfachen Theile und ihrer Zwiſchenräume ſehr nahe die nämliche ſeyn, als ob jene den Raum der Körper ſtetig erfüllten, und es iſt demnach leicht erklärbar, daſs wir durch das Auge zwar die Oberflächen der Körper ſelbſt, aber nicht die daran befindlichen Zwiſchenräume zwiſchen ihren einfachen Theilen wahrnehmen. Könnten alſo für die anziehenden und abſtoſsenden Wirkungen dieſer Theile Geſetze aufgefunden werden, aus welchen ihre Erhaltung in einem ſtabilen Gleichgewicht nach den Geſetzen der Mechanik deducirt werden kann, ſo würde von allen Annahmen über den innern Bau der feſten Körper gewiſs die im Vorhergehenden auseinandergeſetzte ihren phyſiſchen Eigenſchaften am beſten entſprechen.

Der Zuſtand des Gleichgewichtes oder der Bewegung eines Syſtems von materiellen Theilen, die durch anziehende und abſtoſsende Kräfte aufeinander wirken, hängt ab: von der *Maſſe und Form der Theile*, von ihren *Poſitionen in Beziehung auf einander*, und von dem *Geſetz, wonach die Intenſität der anziehenden und abſtoſsenden Kräfte ſich bei zunehmender Entfernung ändert.* Damit das Syſtem in ſtabilem Gleichgewicht ſeyn kann, muſs ein jedes die-

Digitized by Google

ſer drei Dinge gewiſſe, unter ſich in Verbindung ſtehende, Bedingungen erfüllen. Zur Erforſchung der Art, auf welche das Gleichgewicht der einfachen Theile der feſten Körper beſteht, dieſe Dinge ſämmtlich aus den Geſetzen der Mechanik direct a priori zu beſtimmen, iſt nicht möglich, ſondern ſie müſſen zur Erleichterung der Unterſuchung zum Theil entweder aus der Erfahrung entlehnt, oder mit Hülfe einer darüber gemachten Hypotheſe auf indirectem Wege beſtimmt werden.

Da in einem ſolchen Syſtem nur dann Gleichgewicht Statt haben kann, wenn bei jedem einzelnen der materiellen Theile die Reſultante der Wirkungen der übrigen null iſt, ſo iſt hierzu nothwendig, daſs die Theile in Rückſicht ihrer gegenſeitigen Lagen nach einem gewiſſen Geſetz geordnet ſind. Nun zeigen ſich bei den *unorganiſchen* feſten Körpern die deutlichſten Spuren einer regelmäſsigen Anordnung der einfachen Theile. *Die meiſten davon ſind entweder ſelbſt Kryſtalle, d. h. Körper von regelmäſsigen, durch lauter ebene Flächen begränzten Formen*, oder ſie ſind *Zuſammenſetzungen von kleinern Körpern dieſer Art*, oder *ſie ſind durch eine langſame partielle Auflöſung ſolche regelmäſsige Formen anzunehmen fähig* *). Sie haben ferner die Eigenſchaft, ſich nach gewiſſen, mit den *Gränzflächen einer einfachen Kryſtallform ihrer Subſtanz* paralle-

*) Siehe die von Daniell hierüber gemachten Beobachtungen, A Journal of Science and the Arts, edited at the royal Inſtitution 1816, No. 1. p. 24, Schweiggers Journal für Chemie und Phyſik, Bd. 19. p. 38, und Annales de Chimie et de Phyſique, Tom. 2. p. 287.

Digitized by Google

len Richtungen nach *ebenen Flächen*, und *weit leichter* als nach *allen andern Richtungen* theilen zu laſſen. Dieſe natürlichen Trennungsflächen ſind bei allen Kryſtallen der nämlichen Subſtanz, und ſogar bei den amorphen Stücken derſelben die nämlichen, und ſowohl ſie, als die verſchiedenen Kryſtallformen der Subſtanz laſſen ſich, ungeachtet der groſsen und mannigfaltigen Verſchiedenheit der letztern, mittelſt der Annahme einer gewiſſen, regelmäſsigen, bei jedem Stück der Subſtanz ſtatthabenden Form und Stellungs-Art der einfachen Theile, wenn auch nicht vollſtändig erklären, doch ſo unter ein allgemeines Geſetz bringen *), daſs wir ſie hauptſächlich als eine Folge

*) Siehe Hauy Eſſai d'une theorie sur la ſtructure des criſtaux, Paris 1784, deſſen Traité de minéralogie, Paris 1801, (ins Deutſche überſetzt von Weiſs) und deſſen Traité de criſtallographie, Par. 1822. Kurze Darſtellungen ſeiner Theorie der Structur der Kryſtalle enthalten: ſein Traité élémentaire de phyſique, Par. 1803, 1806, 1821 (überſetzt von Weiſs, Lpz. 1805, von Blumhof, Weimar 1804), ferner Grens neues Journal der Phyſik, Bd. 2. p. 418.

Als genügende Erklärungen ſind diejenigen, welche Hauy in dieſen Schriften von den Formen und natürlichen Trennungsflächen der Kryſtalle aus einer Hypotheſe über die Form und Stellungs-Art ihrer mechaniſch einfachen Theile giebt, nicht zu betrachten, und es iſt auch weder bei ſeiner Vorausſetzung über die Natur dieſer Theile, noch bei irgend einer andern möglich, hieraus allein vollſtändige Erklärung davon zu geben. Denn die äuſsere Form der Kryſtalle bildet ſich bei ihrer Entſtehung. Dieſe geſchieht dadurch, daſs ſich aus einer, aus mehreren Stoffen beſtehenden Flüſſigkeit der eine ganz oder zum Theil abſcheidet und in den feſten Zuſtand übergeht; mithin dadurch, daſs die Theile einer Materie aus einem Zuſtande des Gleichgewichts, wobei die Mate-

Digitized by Google

einer ſolchen, ſowohl zur Bildung als zum Fortbeſtehen feſter Körper nothwendigen Stellungs-Art der einfachen Theile anzuſehen berechtigt ſind. Es gewinnt dieſe Anſicht auſserdem auch dadurch ſehr an Wahrſcheinlichkeit, daſs wenn flüſſige Materie ſich zu feſten Körpern bildet, es beinahe immer in Kryſtallen geſchieht. Jene Eigenſchaften der kryſtalliſirten Mineral-Körper bieten uns daher ein Mittel dar, auf die zur Erhaltung des ſtabilen Gleichgewichts ihrer einfachen Theile nothwendige Stellungs-Art derſelben zu ſchlieſsen, und ſomit ein, die Unterſuchung über dieſes Gleichgewicht erleichterndes Datum zu erhalten. Es wird deshalb zweckmäſsig ſeyn, die Unterſuchung über den innern Bau der feſten Körper bei dem der *kryſtalliſirten* anzufangen. Da die *meiſten*

rie durchaus flüſſig war, in einen andern übergehen, wobei ein Theil davon feſt iſt. Die Flächen der Kryſtalle bilden bei dem neuen Zuſtande des Gleichgewichtes die Gränzflächen zwiſchen dem feſten und flüſſigen Theile. Ihre äuſsere Form iſt daher von der Art abhängig, auf welche zwiſchen den Atomen beider Theile Gleichgewicht möglich iſt, und mithin nicht blos von der Stellungs-Art der Atome, ſondern auch von dem Geſetz ihrer wechſelſeitigen Wirkung. Die natürlichen Trennungsflächen der Kryſtalle ſind Flächen, nach welchen ihr Zuſammenhang geringer iſt, als nach andern. Auch die Stärke des Zuſammenhanges muſs bei jeder Richtung der Theilungsfläche nicht blos von der Form und Stellungs-Art der einfachen Theile, ſondern auch von den Geſetzen ihrer wechſelſeitigen Wirkung abhängig ſeyn. Bei der Erklärung jener beiden Eigenſchaften müſſen daher nicht blos die Form und Stellungs-Art dieſer Theile, ſondern auch die Geſetze ihrer wechſelſeitigen Wirkungen berückſichtigt werden.

Digitized by Google

unorganiſchen zu dieſer Klaſſe gehören, ſo iſt zu erwarten, daſs eine Theorie ihres innern Baues leicht in eine *allgemeine Theorie des Baues unorganiſcher Körper* wird erweitert werden können.

Die Art, auf welche Hauy die Formen und natürlichen Trennungsflächen der Kryſtalle aus der Form und Stellungs-Art ihrer mechaniſch einfachen Theile erklärt, iſt in Kurzem die folgende. Er nimmt bei jeder in Kryſtallen vorkommenden mineraliſchen Subſtanz eine einfache, durch ebene Flächen begränzte Form, die man durch eine Theilung nach den natürlichen Trennungsflächen aus jedem ihrer Kryſtalle erhalten kann, und die bei den meiſten Subſtanzen auch unter den Formen der Kryſtalle ſelbſt mit vorkommt, als ihre Grundform (*forme primitive*) an. Er denkt dieſe Form nach den natürlichen Trennungsflächen weiter in ſehr kleine, einander gleiche polyëdriſche Körper eingetheilt, betrachtet dieſe als die mechaniſch einfachen Theile (molécules intégrantes) der Subſtanz, und bildet aus ihnen alle übrigen Kryſtallformen derſelben dadurch nach, daſs er ſie in, nach mannigfaltigen Geſetzen ab- oder zunehmenden Schichten ſo auf die Primitiv-Form anlegt, daſs ihre bei dieſer Form ſtatthabende Stellungs-Art regelmäſsig fortgeſetzt wird. So hat z. B. der Kalkſpath drei Reihen natürlicher Trennungsflächen, wovon jede mit einer der drei Seitenflächen des, unter ſeinen Kryſtallformen ſelbſt mit vorkommenden, ſtumpfwinkligen Rhomboëders *EAGOIKA'* Fig. 1 parallel iſt. Durch eine Theilung nach dieſen natürlichen Trennungsflächen, die bei allen Kryſtallen des Kalkſpathes die nämlichen ſind, erhält man aus einem jeden Kryſtall deſſelben

Digitized by Google

ein Rhomboëder, welches deshalb von Hauy als *Primitiv-Form* des Kalkſpathes angeſehen wird *). Wird nun dieſes letztere nach den, mit ihren Seitenflächen parallelen natürlichen Trennungsflächen weiter ſo getheilt, daſs die theilenden Flächen *lll*, *l'l'l'*, *l''l''l''*, *l'''l'''l'''* etc., *mmm*, *m'm'm'*, *m''m''m''*, *m'''m'''m'''* etc., *nnn*, *n'n'n'*, *n''n''n''*, *n'''n'''n'''* etc. Fig. 1, ſämmtlich gleiche Abſtände von einander haben, ſo zertheilt ſie ſich in kleine, unter ſich gleiche und ihr ſelbſt ähnliche Rhomboëder *aea'ka*. Solche Rhomboëder von einer äuſserſt geringen, unſern Sinnen nicht mehr wahrnehmbaren Ausdehnung, nimmt nun Hauy als die mechaniſch einfachen Theile (molécules intégrantes) des Kalkſpathes an, denkt daraus die Primitiv-Form deſſelben auf die in Fig. 1 vorgeſtellte Art zuſammengeſetzt, und bildet auf die folgende Art ſeine übrigen Kryſtallformen ſo daraus nach, daſs ſie die nämliche innere Structur erhalten. Denkt man ſich auf die Seitenfläche *AEOI* der Primitiv-Form eine Schicht von Moleculen aufgelegt,

*) Der Herr Verfaſſer, welcher anfangs die Abſicht hatte, gegenwärtige Abhandlung für ſich erſcheinen zu laſſen, und deshalb eine ausführlichere Entwickelung der Anſichten Hauy's für nöthig hielt, zeigt jetzt, welche Lage die natürlichen Trennungsflächen (oder die Ebenen des Blätterdurchganges) in Bezug auf die Begränzungsflächen einiger anderen Kryſtalle des Kalkſpathes beſitzen, wie z. B. auf die der 6ſeitigen Säule, der ſtumpferen oder ſpitzeren Rhomboëder, erſter oder zweiter Ordnung, und auf die des Drei und Drei-Kantners (Weiſs). Da dieſe Betrachtung indeſs auf die theoretiſchen Anſichten des Folgenden keinen Einfluſs hat, ſo ſind ſie hier, unter Mitwiſſen des geehrten Herrn Verfaſſers, übergangen. *P.*

Digitized by Google

woran an der Ecke *O* drei Molecule *a, b, c*, Fig. 2, an jeder der Ecken *I* und *E* ein Molecul fehlt; auf dieſe eine zweite, die an der Ecke *O* zwei Reihen Molecule *d, e, f, g, h, i, k*, an der Ecke *I* den Molecul *x*, und an der Ecke *E* den ihm correſpondirenden Molecul weniger hat, als die erſte; auf die zweite eine dritte, die an der Ecke *O* zwei Reihen Molecule *l, m, n, o, p, q, r, s, t, u, v*, an der Ecke *I* die beiden Molecule *y, z*, an der Ecke *E* die ihnen correſpondirenden weniger hat, als dieſe, und ſo fort; nimmt ganz das Nämliche auch mit der Seitenfläche *AIKG* vor, ſo bilden die hierdurch entſtehenden Flächen *BCO, DFK, LIMPN* drei Gränzflächen des regelmäſsigen ſechsſeitigen Prismas. Legt man daher auch auf die übrigen vier Seitenflächen der Primitiv-Form ſolche an den Ecken *E, O, I, K, G, H* nach den nämlichen Geſetzen abnehmende Schichten von Moleculen auf, und läſst, um die obere und untere Gränzfläche des Prismas zu erhalten, alle dieſe Schichten auch an den Ecken *A* und *A'* nach ähnlichen Geſetzen abnehmen, ſo erhält man dieſe ganze Kryſtallform des Kalkſpathes als Zuſammenſetzung der Molecule Fig. 3. Denkt man ſich ferner auf jede der obern Gränzflächen der Primitiv-Form eine neue Schicht von Moleculen ſo aufgelegt, daſs bei jeder die beiden, den Kanten *EO, OI, IK, KG, GH, HE* zunächſt liegenden Reihen von Moleculen unbedeckt bleiben; auf jede von dieſen eine zweite, welche die beiden, jenen Kanten zunächſt liegenden Reihen Molecule der erſten nicht bedeckt; auf jede der zweiten auf die nämliche Art eine dritte, und ſo fort, ſo weit es möglich iſt, ſo bildet die hierdurch entſtehende Form *SEOIK* Fig. 4 die obere

Digitized by Google

Hälfte der durch zwölf ungleichſeitige Dreiecke begränzten Kryſtallform des Kalkſpathes (Chaux carbonatée metastatique Hauy. (*P.*)) und dieſe ganze Form entſteht, wenn man das nämliche Verfahren auch bei den untern Seitenflächen der Primitiv-Form anwendet.

Durch die Syſteme polyëdriſcher Molecule, welche auf dieſe Art entſtehen, können nach den Richtungen der *natürlichen Trennungsflächen* der Kryſtalle Ebenen gelegt werden, die keinen Molecul durchſchneiden, und hieraus erklärt Hauy dieſe *Trennungsflächen.* Zur Erklärung der *Kryſtallformen* der Mineral-Körper wäre es hinreichend geweſen, bei allen die *parallelepipediſche Form* als die der molécules intégrantes anzunehmen; die natürlichen Trennungsflächen aber ſind nicht immer ſämmtlich mit den Seitenflächen eines Parallelepipedes parallel, und deshalb war es zur vollſtändigen Erklärung dieſer Flächen bei einer gewiſſen Zahl von Subſtanzen nothwendig, die parallelepipediſchen Molecule weiter in *Prismen*, *Tetraëder* und *Octaëder* zu zertheilen, und dieſe als die mechaniſch einfachen Theile (molécules intégrantes) der Subſtanzen zu betrachten. Hauy nennt alsdann die zur Erklärung der Kryſtallformen dienenden *Parallelepipede*, welche immer aus einer gewiſſen Zahl der molécules intégrantes zuſammengeſetzt ſind, die *molécules ſoustractives* *).

Obgleich nun die von Hauy aus ſeinen Hypotheſen über die Form und Stellungsart der mechaniſch einfachen Theile der Kryſtalle gegebenen Erklärun-

*) Siehe deſſen Traité de minéralogie, 1re édit. in 8. T. 1. p. 93—98. p. 284.

Digitized by Google

gen ihrer Formen und ihrer natürlichen Trennungsflächen nicht als genügend betrachtet werden können, und obgleich sich diese Hypothesen auf die, mit den oben angeführten Eigenschaften der festen Körper nicht übereinstimmende Voraussetzung gründen, dass die einfachen Theile sich unmittelbar berühren, so ist die Hypothese über die Stellungs-Art der einfachen Theile, weil sie auf eine sehr grosse Zahl von Beobachtungen gegründet ist, mit den mannigfaltigen Formen der Krystalle allgemein übereinstimmt, und mit der Voraussetzung, dass die einfachen Theile in gewissen Entfernungen von einander stehen, leicht vereinigt werden kann, als Grundlage einer Untersuchung über das Gleichgewicht dieser Theile einer jeden andern vorzuziehen. Ihre Vereinigung mit der genannten Voraussetzung geschieht dadurch, dass man anstatt Hauy's einander berührender Molecule in deren Mitte andere substituirt, die so klein sind, dass sie die zur Erklärung der oben erwähnten Eigenschaften der festen Körper nothwendigen Abstände erhalten. Hierdurch werden weder die Formen der durch die Molecule gebildeten Systeme geändert, noch ihre Eigenschaft, dass dadurch nach den Richtungen der natürlichen Trennungsflächen Ebenen gelegt werden können, die keinen Molecul schneiden *), und so-

*) So stellt z. B. Fig. 5, 6 u. 7 die Krystallformen des Kalkspathes, die in Fig. 1, 2 u. 3 als Zusammensetzungen von Hauy's einander berührenden rhomboëdrischen Moleculen abgebildet sind, aus kleinern anstatt dieser substituirten kugelförmigen gebildet dar. Der grösern Deutlichkeit wegen sind die kugelförmigen Molecule grösser gezeichnet als sie in der Wirklichkeit angenommen werden können. Es ist leicht

Digitized by Google

wohl die Formen als die Trennungsflächen der Kryſtalle können daher noch auf die nämliche Art daraus erklärt werden, wie vorher. Ueberdies laſſen ſich die Hauyſchen Erklärungen durch dieſe Subſtitution beträchtlich vereinfachen. Denn ſubſtituirt man bei denjenigen Subſtanzen, wobei er zur Erklärung der natürlichen Trennungsflächen *prismatiſche* und *tetraëdriſche* molécules intégrantes annimmt, die neuen kleinern Atome *) nicht anſtatt dieſer, ſondern anſtatt der parallelepipediſchen molécules ſoustractives, ſo laſſen ſich doch nach allen Richtungen der natürlichen Trennungsflächen Ebenen, welche keinen Molecul ſchneiden, durch die von ihnen gebildeten Syſteme legen, und mithin dieſe Flächen ſich eben ſo gut erklären, als wenn man die neuen Atome anſtatt der molécules intégrantes ſubſtituirt hätte. Man braucht daher weder um die Formen, noch um die natürlichen Trennungsflächen der Kryſtalle nach Hauy's Art erklären zu können, den neuen ſich nicht berührenden Atomen die verſchiedenen, zum Theil complicirten, Stellungsarten zu geben, die ſie durch eine beſtändige Subſtitution anſtatt ſeiner molécules intégrantes erhalten würden, ſondern nur die *einzige* einfache, die ſie dadurch erhalten, daſs man ſie nur bei den Sub-

einzuſehen, daſs wenn an ihre Stelle andere, auch noch ſo kleine gedacht werden, die aus ihnen gebildeten Formen doch die nämlichen bleiben.

*) Um die Unterſcheidung der in dieſer Abhandlung angenommenen *kugelförmigen* Atome von Hauy's *polyëdriſchen* zu erleichtern, iſt von den an ſich gleichbedeutenden Namen *Atom* und *Molecul* dieſer nur für den letztern, jener beſtändig für die erſten gebraucht.

Digitized by Google

ſtanzen, wobei er parallelepipediſche molécules intégrantes annimmt, anſtatt dieſer, bei den übrigen aber anſtatt der molécules ſoustractives ſubſtituirt. Wir werden dieſe Stellungsart ihrer Eigenſchaften wegen in der Folge die *parallelepipediſche* nennen.

Da ſich bei der Beſtimmung der wechſelſeitigen Wirkung zweier materiellen Theile die Figur derſelben nicht in allgemeinen Zeichen ausdrücken läſst, und mithin auch nicht die Wirkung ſelbſt, ſo können wir bei der Unterſuchung über die Art, auf welche das Gleichgewicht der einfachen Theile der feſten Körper beſteht, die Figur derſelben nicht als unbeſtimmt in die Unterſuchung einführen, und nachher direct aus den Geſetzen des Gleichgewichtes beſtimmen, ſondern wir müſſen ſie entweder aus der Erfahrung entlehnen, oder mit Hülfe einer darüber gemachten Hypotheſe auf indirectem Wege beſtimmen. Das Erſtere iſt nicht möglich; denn da ſich jede mechaniſche Theilung eines Körpers ſo weit fortſetzen läſst, als wir die dadurch entſtehenden Theile noch wahrzunehmen und zu handhaben im Stande ſind, ſo können wir dieſe Theile nie als einfach betrachten. Es bleibt daher nur das Letztere übrig. Hauy's Hypotheſe polyëdriſcher Formen beizubehalten, würde unzweckmäſsig ſeyn, weil ſie bei ſeiner Art die natürlichen Trennungsflächen der Kryſtalle zu erklären, und bei der Vorausſetzung einer unmittelbaren Berührung der einfachen Theile, eine Folge einer Hypotheſe über ihre Stellungsart iſt. Nimmt man aber dieſe Theile in Entfernungen von einander ſtehend an, ſo iſt ihre Form von der Stellungsart ganz

unabhängig, und die polyëdriſche unnatürlich und unwahrſcheinlich. Die zweckmäſsigſte Hypotheſe über die Form der Atome iſt die der *Kugelform*, theils weil dieſe Form, als die einfachſte, die wahrſcheinlichſte iſt, beſonders aber weil ihre Annahme die Auffuchung eines den Bedingungen ſtabilen Gleichgewichtes der Atome entſprechenden Geſetzes ihrer wechſelſeitigen Wirkung ungemein erleichtert. Denn bei dieſer Form geht ſowohl die ganze Anziehung als die ganze Abſtoſsung, welche zwei Atome auf einander ausüben, beſtändig durch die Schwerpunkte von beiden; dieſe Wirkungen können mithin keine Rotationsbewegung der Atome erzeugen, und man hat nur die Bedingungen ihres Gleichgewichtes in Beziehung auf die progreſſive Bewegung zu betrachten. Eine jede dieſer beiden Wirkungen kann bei jener Form nur in verſchiedenen Abſtänden der Mittelpunkte der Atome verſchieden ſeyn, ſie kann mithin durch dieſen Abſtand und durch andere von ihrer Lage unabhängige Gröſsen allein ausgedrückt werden, und man hat bei der Auffuchung der Bedingungen ihres Gleichgewichtes nicht nothwendig die Lage aller einzelnen Punkte derſelben zu betrachten, ſondern nur die Lage ihrer Mittelpunkte.

Ueben nun zwei Punkte eine anziehende und eine abſtoſsende Wirkung zu gleicher Zeit auf einander aus, ſo hebt die ſchwächere von beiden einen ihr gleichen Theil von der ſtärkeren auf, und es entſteht daraus eine einzige, die, je nachdem die anziehende oder die abſtoſsende Wirkung überwiegt, anziehend oder abſtoſsend iſt, und von der Intenſität gleich der Differenz der Intenſitäten beider abhängt. In mathemati-

Digitized by Google

ſchen Zeichen ausgedrückt muſs, da beide Wirkungen einander entgegengeſetzt ſind, die eine davon als poſitiv, die andere als negativ betrachtet werden; die aus ihnen hervorgehende Wirkung der Theile läſst ſich daher durch einen einzigen Ausdruck darſtellen, der die algebraiſche Summe von denjenigen iſt, welche die Wirkungen einzeln ausdrücken, und ſie iſt anziehend oder abſtoſsend, je nachdem jener Ausdruck einen negativen oder poſitiven Werth hat. Um ein den Bedingungen des Gleichgewichtes der Atome entſprechendes Geſetz ihrer anziehenden und abſtoſsenden Wirkung zu erhalten, hat man daher nur einen einzigen Ausdruck dafür zu beſtimmen, welcher dieſen Bedingungen Genüge leiſtet.

Da nicht allein die feſten Körper ſelbſt bei jeder äuſsern Form als ſolche beſtehen, ſondern auch die einzelnen Stücke, worin ſie auf eine willkührliche Art getheilt werden, ſo muſs ſich eine jede beliebige Menge ihrer einfachen Theile für ſich allein, und unabhängig von den übrigen im ſtabilen Gleichgewicht erhalten können. Es kann mithin zur Erhaltung des Gleichgewichtes eines jeden einzelnen Atoms nicht die Wirkung aller übrigen im Körper enthaltenen erfordert werden, ſondern nur die Wirkung einer unbeſtimmten Zahl davon, die ohne Störung des Gleichgewichtes willkührlich vermehrt und vermindert werden kann, und dieſes ſetzt nothwendig voraus, daſs nicht blos die Reſultante der Wirkungen null iſt, die ein jeder Atom durch die übrigen erhält, ſondern jede einzelne Wirkung ſelbſt. Hat dieſes Letztere Statt, ſo ſind die Atome in einem Gleichgewicht, deſſen *Stabilität* davon abhängt, ob ihre wechſelſeitige

Digitized by Google

Wirkung bei den, in ihren Abſtänden Statt habenden Durchgängen durch null, bei zunehmender Diſtanz *aus einer abſtoſsenden in eine anziehende übergeht*, oder *umgekehrt*. Geſchieht in jedem Abſtande das Erſtere, ſo iſt das Gleichgewicht ſicher ein *ſtabiles;* denn die Wirkung zweier Atome iſt alsdann in einem etwas geringeren Abſtande als der, den ſie bei ihren Poſitionen des Gleichgewichtes haben, abſtoſsend, in einem etwas gröſsern anziehend. Wird daher ein Atom durch eine von auſsen auf den Körper wirkende Urſache ein wenig aus ſeiner Lage entfernt, ſo wird er von jedem der übrigen, dem er dadurch genähert worden iſt, abgeſtoſsen, von jedem, von dem er dadurch entfernt worden iſt, angezogen; die Wirkung aller geht alſo dahin, ihn wieder in die vorigen Abſtände von ihnen, und mithin, da dieſe Abſtände ſichnach allen Richtungen kreuzen, ihn wieder in die vorige Lage in Beziehung auf ſie zurückzuführen.

Die Aufgabe, die Art, wie die feſten Körper aus den einfachen Theilen ihrer Materie gebildet ſind, aus einer wechſelſeitigen anziehenden und abſtoſsenden Wirkung dieſer Theile zu erklären, würde alſo aufgelöſt ſeyn, wenn für die, aus beiden zuſammengeſetzte Wirkung ein Geſetz, und für die Theile eine Stellungsart angegeben werden könnte, welche die Eigenſchaft haben, daſs dabei in jedem Abſtande von irgend zweien derſelben ein Uebergang der Wirkung aus abſtoſsend durch null in anziehend Statt findet. Setzt man bei ihnen die ſphäriſche Geſtalt und die mit den Kryſtallformen der Mineral-Körper übereinſtimmende parallelepipediſche Stellungsart voraus, ſo läſst ſich in der That für die wechſelſeitige Wirkung ein jener Bedingung Genüge leiſtendes Geſetz angeben.

(Fortſetzung im folgenden Heft, dem auch die zur Abhandlung gehörigen Kupfertafeln beigelegt werden.)

Digitized by Google

II.

Ueber das Geſetz der Abnahme der Wärme mit der Höhe;

von

Herrn J. J. Prechtl,
Direktor d. K. K. polytechniſchen Inſtituts zu Wien *).

1. Das Geſetz der Abnahme der Temperatur der Atmoſphäre mit der Höhe iſt noch nicht mit einiger Genauigkeit ausgemittelt worden. Es hängt von der Beſtimmung der Gröſse der Temperaturveränderung ab, welche durch Ausdehnung oder Zuſammendrükkung der Luft hervorgebracht wird. Denn wenn wir

*) Der vorliegende Aufſatz, obgleich ſchon ſeit geraumer Zeit dem 3ten Bande des trefflichen Jahrbuches des K. K. polytechniſchen Inſtituts zu Wien einverleibt, iſt dennoch nicht, ſo wie er es gewiſs ſeinem Intereſſe nach verdient, dem gröſseren phyſikaliſchen Publikum bekannt geworden. Aus dieſem Grunde wünſchte der verewigte Gilbert mit demſelben die Annalen zu bereichern, und der hochgeſchätzte Herr Verfaſſer, welcher dieſem Wunſche entgegen kam, hatte zugleich die Güte, Einiges weiter zu entwickeln und zu verbeſſern. In dieſer verbeſſerten Geſtalt übergebe ich alſo gegenwärtig den Aufſatz dem Publikum, und erfülle dadurch um ſo lieber einen der wenigen Wünſche, welche des Verſtorbenen unerwartetes Hinſcheiden in Bezug auf die Annalen errathen lieſs, als der Hr. Direkt. Prechtl mich ſpäter ſelbſt ſeiner Zuſtimmung zur Aufnahme ſeines ſchätzbaren Verſuches einen ſo ſchwierigen Gegenſtand aufzuhellen, mehrmals verſicherte. P.

Digitized by Google

uns für einen Augenblick vorstellen, die ganze Luftmasse, welche die Atmosphäre bildet, sey in gleicher Dichtigkeit, z. B. einer solchen, die einem Stande von einem Zoll Queckfilberhöhe entspräche, und in gleicher Temperatur, z. B. von — 30° R., um die Erde herum verbreitet; und nun setze sich diese Luftmasse nach den Gesetzen der Schwere ins Gleichgewicht, und bilde um die Erde eine Atmosphäre; so wird diese ganze Luftmasse in einen verhältnifsmäfsig kleineren Raum zusammengezogen, die unteren Schichten werden immer dichter und dichter, so dafs diese Dichtigkeiten (wenn alle Schichten die nämliche Temperatur befäfsen (*P.*)) mit dem arithmetisch zunehmenden Wachsthume der Höhen in einer geometrischen Reihe abnehmen. In dem Verhältnisse nun, in welchem die Dichtigkeit der unteren Luftschichten in Folge dieser Zusammendrückung durch die oberen vermehrt wird, wird ihre Wärmecapacität vermindert, oder sie erwärmen sich in dem Verhältnisse dieser Zusammendrückung. Die Temperatur der Atmosphäre mufs daher gegen die Erdoberfläche immer mehr, und zwar im Verhältnisse der den relativen Höhen entsprechenden Luftdichtigkeit zunehmen.

Es versteht sich übrigens von selbst, dafs diese durch die erste Verdichtung erzeugte Temperaturerhöhung nur so lange Statt finden könne, bis der Wärmeüberschufs wieder in der kälteren Umgebung sich ausgeglichen hat, indem diese Wärmezunahme von einer bleibenden Wärmequelle (der Sonne) unabhängig ist. Eben dieser Fall ist auch bei den Veränderungen des Barometerstandes in der Atmosphäre vorhanden: denn wenn

Digitized by Google

das Barometer ſteigt, folglich die untern Luftſchichten ſich verdichten, ſo erhöhen dieſe im Verhältniſs dieſer Verdichtung ihre Temperatur, und umgekehrt bei dem Fallen des Barometers vermindern ſie dieſelbe der unten Statt findenden Luftverdünnung.

Betrachten wir auf der andern Seite die bleibende Erwärmung der Luftſchichten als die Wirkung des Sonnenlichts; ſo wird auch hier die Temperatur der einzelnen Luftſchichten im Verhältniſs ſtehen müſſen mit ihrer Dichtigkeit. Denn nehmen wir z. B. zwei Portionen Luft an, welche der Sonne unter gleichen Umſtänden ausgeſetzt ſind, und von denen die eine doppelt ſo dicht iſt, als die andere: ſo wird die Sonne die gleichartigen Theile dieſer beiden Luftportionen auf gleiche Weiſe erwärmen, d. i. jedes Lufttheilchen wird dieſelbe Wärmemenge aufnehmen, ſowohl in der dichteren als in der dünneren Portion, in dem angenommenen Falle daher die dichtere Portion genau die doppelte Wärmemenge der dünneren. Da aber die dichtere Luft eine geringere Wärmecapacität als die dünnere beſitzt, ſo wird ein Theil dieſer Wärmemenge nicht in der dichteren Portion gebunden bleiben können, ſondern ihre Temperatur auf dieſelbe Art erhöhen, als wenn die dünnere, auf den gleichen Grad durch die Sonne erwärmte Portion in einen doppelt ſo kleinen Raum zuſammengedrückt worden wäre.

Es läſst ſich hiernach für alle Fälle, es mag in den Schichten der Atmoſphäre Temperaturänderung durch barometriſche Schwankungen, oder durch den Einfluſs der Sonne hervorgebracht werden, der Satz annehmen, daſs die Abnahme der Temperatur in der

Digitized by Google

Atmoſphäre mit der Abnahme der Dichtigkeit der Luft im Verhältniſs ſtehe, und daſs daher die Gröſse dieſer Temperaturänderung durch die Quantität der Wärme gemeſſen werde, welche bei der Verdichtung der Luft frei, oder bei ihrer Verdünnung gebunden wird, ein Satz, welcher durch die genaue Uebereinſtimmung des auf dieſe Annahme gegründeten Geſetzes mit der Erfahrung ſeine Beſtätigung erhält.

2. Die Gröſse der Abnahme der Temperatur der Atmoſphäre mit der Höhe läſst ſich daher beſtimmen, wenn man die Gröſse der Temperaturänderung kennt, welche durch die Ausdehnung oder Zuſammendrückung der Luft hervorgebracht wird. Es ſey die Gröſse der Ausdehnung oder Zuſammenziehung eines Luftvolumens, durch welche 1° R. Erniedrigung oder Erhöhung der Temperatur deſſelben hervorgebracht wird $= x$

der untere Barometerſtand $= h$
der obere - - $= h'$
die untere Temperatur $= t$
die obere - - $= t'$

ſo iſt, da die Luftdichtigkeiten den Barometerſtänden proportional ſind *)

*) Der hochgeehrte Herr Verfaſſer wird nicht miſsverſtehen, wenn ich hier den Wunſch äuſsere, daſs es ihm gefallen haben möchte, die Grundſätze näher zu entwikkeln, welche ihn bei Aufſtellung der obigen Formel leiteten. Denn wenn eine verticale Luftſäule, mittelſt horizontaler, für die Wärme undurchdringbarer, ſonſt aber beweglicher Scheidewände, in eine beliebige Anzahl von Schichten getheilt, angenommen wird, und man nun die Bedingung macht, daſs

Digitized by Google

$$\frac{h-h'}{h} = x\,(t-t') \text{ oder } t' = t - \frac{h-h'}{hx}$$

3. Da keine genauen Beſtimmungen über die Gröſse der Temperaturverminderung bei einer beſtimmten Ausdehnung der Luft vorhanden ſind, ſo ſuchte ich dieſe Gröſse, oder den Werth von x, durch eigene Verſuche aufzufinden, und wählte dazu folgende Vorrichtung:

An eine Thermometerröhre von etwa $\frac{1}{2}$ Linie innerem Durchmeſſer iſt ein gläſerner Cylinder aus ganz

jede Schicht zu Anfange einer gleichen Temperatur und einem gleichen Druck unterworfen iſt, hierauf aber den Druck erleidet, welcher derſelben nach deren reſpectiven Lage, durch das Gewicht der auf ihr laſtenden Luftmaſſe zukommt, ſo kann offenbar die Volumensvergröſserung (oder Dichtigkeitsverminderung) jeder einzelnen Schicht nicht dem verminderten Drucke proportional ſeyn, indem das Mariotteſche Geſetz eine gleichbleibende Temperatur vorausſetzt, hier aber mit der Ausdehnung zugleich Erkältung vereint iſt, und dieſe wiederum auf die Gröſse der erſteren eine Rückwirkung ausübt.

Liegen der Formel des Hrn. Verfaſſers die ſo eben gemachten Bedingungen zum Grunde, ſo würde dieſelbe eine beträchtliche Abweichung von der zeigen, welche Hr. Poisson in ſeinem ſehr belehrenden Aufſatze über die Wärme der Gaſe und Dämpfe (den ich bei dieſer Gelegenheit den Annalen einverleiben zu müſſen glaubte) bekannt gemacht hat. Dem Herrn Verfaſſer zufolge ſtehen Druck und Temperatur der atmoſphäriſchen Luft, wenn die Wärme ſich nicht von einer Schicht zur andern mittheilt, in denſelben Beziehungen wie die Coordinaten einer geraden Linie, hingegen Herrn Poisson's Formel dieſe Gröſsen als Coordinaten einer *höheren Parabel* angiebt. Ich habe nicht verſucht, in wie weit ſich durch letztere die Beobachtungen des Hrn. Gay-Luſſac darſtellen laſſen. *P.*

Digitized by Google

dünnem Glaſe, von etwa 3—4 Linien Weite, angeblaſen. Dieſer Cylinder wird bis zu einem Punkte, welcher etwa einen halben Zoll über der Stelle liegt, an welcher der Cylinder mit der Thermometerröhre vereinigt iſt, mit Queckſilber gefüllt, und von dieſem Punkte aus, welchen ich den Nullpunkt nennen will, die Länge der Röhre gemeſſen, welche durch dieſe Queckſilbermenge angefüllt wird. Dieſe Länge der Röhre theilt man ſonach durch Kalibriren in zehn gleiche Theile, und bricht die Röhre dann zwiſchen der dritten und vierten Abtheilung ab; weil nur dieſe untere Länge nöthig iſt. Jede dieſer Abtheilungen theilt man nun wieder in funfzig oder hundert gleiche Theile, in welchem letzteren Falle die Grade dieſes Luftthermometers Tauſendtheile der Capacität des Cylinders ausdrücken. Zuletzt füllt man die ganze Röhre mit trockener Luft, und bringt endlich eine Queckſilberſäule von etwa ½ Zoll Länge in dieſelbe; ſo daſs ſie z. B. bei einer Temperatur von o° R. oder von einigen Graden darüber bis an den oben bezeichneten Punkt zu ſtehen kommt. Die obere Mündung der Röhre wird mit einem kleinen Hahne verſehen, welcher vollkommen luftdicht ſchlieſst. Bei dem Inſtrumente, mit welchem ich Verſuche anſtellte, hatte die graduirte Röhre eine Länge von 9 Zoll, auch war an demſelben der Cylinder, etwa parallel mit der Röhre, aufwärts gebogen.

4. Ich beobachtete mit dieſem Inſtrumente auf folgende Art. Indem man den Cylinder deſſelben einer niederen Temperatur ausſetzt, z. B. in Eis ſtellt, bringt man die Queckſilberſäule bis auf den Nullpunkt herab (oder auch auf irgend einen höher liegenden),

Digitized by Google

und verſchliefst alsdann den Hahn an der oberen Oeffnung. Man bringt hierauf das Inſtrument in eine höhere Temperatur in erwärmte Luft, z. B. im Winter in die Nähe eines Zimmeroffens, mit einem Queckſilberthermometer, welches Zehntel eines Grades zeigt, und bemerkt genau die Temperatur. Hierauf öffnet man den Hahn, und bemerkt den Stand des unteren Randes der Queckſilberſäule, welche von der Luft plötzlich in die Höhe gehoben wird (den Stand der plötzlichen Ausdehnung). Man läfst hierauf das Inſtrument in derſelben Temperatur, bei geöffnetem Hahne, und bemerkt gleichfalls den Stand der Luftſäule (den Stand der freien Ausdehnung). Der Unterſchied dieſer beiden Ausdehnungen giebt die Gröfse der Temperaturverminderung bei der vorhandenen Ausdehnung. Es ſey die Gröfse der freien Ausdehnung in den Theilen der Skala $= m$,

jene der plötzlichen Ausdehnung $= m'$,

die Capacität des Cylinders $= V$,

die Temperatur, welche der freien Ausdehnungsgröfse entſpricht $= t$ (R.°),

jene, welche der Gröfse der plötzlichen Ausdehnung zugehört $= t'$;

ſo iſt $t = \frac{m}{0{,}00468 \cdot V}$ und $t' = \frac{m'}{0{,}00468 \cdot V}$, folglich $t - t' = \frac{m - m'}{0{,}00468 \cdot V}$ die Temperaturverminderung für die Ausdehnungsgröfse $= \frac{m'}{V}$.

Z. B. Bei dem Inſtrumente, mit welchem ich Verſuche anſtellte, war die Capacität des Cylinders oder $V = 1500$. Bei einem dieſer Verſuche betrug unter gleicher Temperatur die freie Ausdehnung =

218 Theile der Skale, die plötzliche Ausdehnung = 178 Theile der Skale, folglich war für die Ausdehnungsgröfse = $\frac{178}{1000}$, die Temperaturverminderung = $\frac{218-178}{7,02} = 5,°69$: oder auf 1° R. betrug die Ausdehnungsgröfse $x = 0,0208$.

Bei einem andern Verfuche betrug bei einer und derfelben Temperatur die freie Ausdehnung = 285 Theile, die plötzliche Ausdehnung = 235 Theile, folglich war für die Ausdehnungsgröfse = $\frac{235}{1000}$, die Temperaturverminderung = $\frac{285-235}{7,02} = 7,°12$: oder auf 1° R. betrug die Ausdehnungsgröfse $x = 0,219$.

5. Der Fehler, welcher bei diefen Verfuchen durch die Aufnahme der Wärme der fich ausdehnenden Luft aus dem erwärmten Glafe entftehen würde, kann durch einige Uebung in der Behandlungsart des Inftruments gröfstentheils vermieden werden. Denn wenn man das Inftrument bei geöffnetem Hahne (um die freie Ausdehnung zu meffen) aus der höheren Temperatur in eine um 5 bis 6 Grad kältere Luft bringt (z. B. aus der Nähe eines Ofens in einen etwas entfernteren Theil des Zimmers), fo vergehen einige Sekunden, bis das Queckfilber wieder zu fallen anfängt; fo dafs alfo das Glas in diefer Zeit feine Wärme an die umgebende Luft verloren hat. Die kurze Zeit alfo, welche vergeht, um das Inftrument zur Beftimmung der plötzlichen Ausdehnung einen oder zwei Schritte weit aus feiner vorigen Stelle zu entfernen und fo fchnell wie möglich zu öffnen, reicht gerade hin, um dem Glafe jene überflüffige Wärme zu nehmen, welche auf die Ausdehnungsgröfse einen bedeu-

Digitized by Google

tenden Einfluſs haben könnte, da bekanntermaſsen bei geringen Temperaturunterſchieden die Mittheilung der Wärme nur langſam erfolgt, und ein weit gröſserer Zeitraum erforderlich ſeyn würde, um bei einer Temperaturdifferenz von 5 bis 6° die Luft in dem Inſtrumente um 1° abzukühlen.

6. Auf dieſe Art habe ich, zum Theil unter abgeänderten Umſtänden, eine bedeutende Menge von Verſuchen angeſtellt, die unter ſich gut harmonirten und zeigten, daſs das Reſultat aus denſelben Zutrauen verdiene. Die meiſten dieſer Verſuche geben, auf die §. 4. erwähnte Art berechnet, für 1° R. Temperatur eine Ausdehnungsgröſse zwiſchen 0,021 und 0,022 des Luftvolumens. Ich glaubte daher für dieſe Gröſse oder das oben erwähnte $x = 0{,}0215$ als Mittelzahl ſetzen zu dürfen. Da nun dieſe Zahl, wie man ſehen wird, in der Berechnung der Temperaturen in verſchiedenen Höhen, ſehr genau mit den Beobachtungen übereinſtimmt, ſo glaube ich, daſs ſie ſo genau iſt, als es für die Anwendung immer erforderlich ſeyn dürfte.

7. Die einzigen Angaben über dieſen Gegenſtand, die meines Wiſſens vorhanden ſind, ſind von Dalton und Gay-Luſſac *). Erſterer ſuchte durch Verſuche

*) Indeſs haben die HH. Clement und Desormes bei Gelegenheit ihrer Unterſuchungen zur Beſtimmung des abſoluten Nullpunktes und der ſpecifiſchen Wärme der Gasarten (welche in Blainvilles Journal de Phyſique 1819 aufgenommen wurden) einen hieher gehörigen Verſuch unternommen, von welchen Hr. Poisson neuerdings in ſeinem Aufſatze über die Geſchwindigkeit des Schalles (Connaiſſance de temps pour l'an 1826. p. 257) Gebrauch machte. Wenn das Reſultat des Ver-

Digitized by Google

mit der Luftpumpe die Temperaturverminderung durch die Ausdehnung der Luft zu bestimmen, und glaubte als Resultat annehmen zu können, dass bei der Ausdehnung einer doppelt comprimirten Luft eine Temperaturverminderung von etwa 50° F. Statt finde. Diese Annahme ist jedoch viel zu klein (Gilberts Annalen XIV. 101). Herr Gay-Lussac giebt an (*Annales de Chimie et de Physique*, T. IX. p. 308),

suchs auch vielleicht nicht völlig genau ist, so verdient die von den Experimentatoren angewandte höchst sinnreiche Methode, hier gewiss eine Erwähnung. Die Temperaturveränderungen, welche in einem Gase den Aenderungen seiner Dichtigkeit entsprechen, werden, nebst den letzteren, nach dieser Methode einzig aus der durch die Barometerhöhe gemessene Elasticität des Gases abgeleitet.

1) Man hatte nämlich einen Ballon, in welchem das untere Niveau eines Barometers eingelassen war und der durch einen Hahn luftdicht verschlossen werden konnte, mit Luft gefüllt, welche Druck, Dichtigkeit und Temperatur mit der äussern atmosphärischen Luft gemein hatte. Diese 3 Grösen seyen mit P, D und ϑ bezeichnet.

2) Nun ward ein Theil der Luft aus dem Ballon entfernt, und dieser bei verschlossenem Hahne so lange sich selbst überlassen, bis die Temperatur im Innern desselben, wiederum der äussern gleich war.

Da also von den eben genannten 3 Grösen nur der Druck und die Dichte abgeändert worden, die Temperatur aber dieselbe blieb, so lassen sich jene durch P', D', ϑ bezeichnen.

3) Oeffnet man nun auf einen Augenblick den Hahn, damit sich der innere Druck mit dem äussern ins Gleichgewicht setzt, und verschliesst den Ballon darauf schnell, so ist klar, dass der Druck des Gases gleich ist dem der äussern Luft, die Dichte und Temperatur desselben hingegen eine Aenderung erleiden, die von der rasch erfolgenden Compression des Gases abhängig ist. Bezeichnet man die Temperaturerhöhung mit ω

Digitized by Google

daſs in dem pneumatiſchen Feuerzeug der Schwamm ſich entzünde, wenn die Luft auf den fünften Theil ihres Volumens zuſammengepreſst wird. Nun entzünde ſich der Schwamm wohl auf dem ſchmelzenden Blei (323° C.), aber nicht auf dem Wismuth (283 C.), alſo beiläufig bei 300° C., welche Temperatur alſo wenigſtens durch jene Zuſammendrückung erzeugt werde.

ſo iſt der Ausdruck für obige Gröſsen bei dieſer Epoche: P, D'', $\vartheta + \omega$.

4) Endlich überläſst man den Ballon, bei fortwährend verſchloſſenem Hahne, ſo lange ſich ſelbſt, bis die Temperaturerhöhung ω wieder entwichen iſt. Die Dichte (als Luftmenge in einem gegebenen Raume) wird dadurch nicht geändert, bleibt alſo $= D''$; der Druck nimmt eine neue durch das innere Barometer zu meſſende Gröſse $= P''$ an, und die Temperatur iſt wie beim Anfange des Verſuches $= \vartheta$.

Wie nun aus den beobachteten Barometerſtänden P, P', P'', die der unbekannten Temperaturerhöhung ω zugehörige ebenfalls nicht direct gegebene Verdichtung $= \gamma$ gefunden werden könne, zeigt Hr. Poiſſon folgendermaſsen:

In der erſten und vierten Epoche waren die Temperaturen gleich, und mithin findet das bekannte Mariotteſche Geſetz über die Proportionalität der Luftdichten mit dem Luftdrucke hier ſeine Anwendung. Es iſt alſo:

$$\frac{D'}{D''} = \frac{P'}{P''}$$

Die in der dritten Epoche erfolgende Condenſation γ hat aber offenbar zum Ausdruck:

$$\frac{D'' - D'}{D'}, \text{ alſo iſt auch: } \gamma = \frac{P'' - P'}{P'} \quad . \quad . \quad . \quad (a)$$

und dadurch folglich gegeben.

Ferner hat die Luft in der 3ten und 4ten Epoche gleiche Dichtigkeit, und mithin der Satz, daſs der Anwuchs der Ela-

Dieſe Angabe ſtimmt mit dem oben gefundenen Ausdehnungscoëfficienten näher zuſammen, als man nach jener thermometriſchen Beſtimmungsart erwarten ſollte. Denn eine fünffache Zuſammendrückung der Luft giebt nach dem angegebenen Reſultate meiner Verſuche eine Temperaturerhöhung von $\frac{5}{0{,}0215} = 232°$ R. $= 290°$ C.; was ſich von der von Herrn Gay-

ſticität eines Gaſes (oder umgekehrt bei gleichem Druck der ſeines Volumen) den Temperaturen proportional iſt, ſeine Anwendbarkeit. Die Temperaturen waren ϑ und $\vartheta + \omega$, alſo iſt:

$$\frac{1 + \alpha(\vartheta + \omega)}{1 + \alpha\vartheta} = \frac{P'}{P''} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (b)$$

worin α den allen Gasarten gemeinſchaftlichen Dilatationscoëfficienten bezeichnet (der bekanntlich für jeden Grad des hunderttheiligen Thermometers, wenn die Dilatation vom Gefrierpunkt des Waſſers an gerechnet wird $= 0{,}00375$ beträgt).

Aus den beiden Gleichungen (*a*) und (*b*) hat man alsdann:

$$\frac{\alpha\omega}{(1 + \alpha\vartheta)\,\gamma} = \frac{(P - P'')\,P'}{(P'' - P')\,P''} \quad \ldots\ldots \quad (c)$$

und ſind alſo jene 3 Barometerſtände P, P', P'' nebſt der anfänglichen Temperatur ϑ bekannt, ſo findet man daraus, welche Temperaturveränderung ω der Dichtigkeitsänderung γ entſpricht. Alles dieſs ſetzt indeſs voraus, daſs durch die Wände des Ballons keine Wärme verloren geht, ein Umſtand, der zwar durch Beſchleunigung der Condenſation und ſchlechte Wärmeleitung der Materialien verringert, niemals aber ganz gehoben werden kann, und dadurch dieſe Verſuche immer mehr oder weniger unſicher macht.

Bei einem der Verſuche der HH. Clement und Desormes waren:

$$P = 0{,}^{m}7665\ ;\ P' = 0{,}^{m}75269\ ;\ P'' = 0{,}^{m}76289$$

Digitized by Google

Luſſac angenommenen Mittelzahl nur wenig unterſcheidet. Es iſt hier übrigens im Vorbeigehen zu bemerken, daſs ſich im pneumatiſchen Feuerzeug der Schwamm wahrſcheinlich bei etwas niederer Temperatur entzündet, als auf einem heiſsen Körper, weil im erſteren Falle die heiſse Luft ihn nach allen Theilen plötzlich durchdringt, ſonach keine Ableitung der Wärme Statt findet.

8. Die Temperatur der Luft in einer beſtimmten Höhe der Atmoſphäre läſst ſich daher nun berechnen, wenn man den gefundenen Werth von $x = 0{,}0215$ in die oben (2) angegebene Formel ſetzt.

Es iſt hier vorläufig zu bemerken, daſs vorzüg-

und hiemit giebt die Formel (c)

$$\omega = 1{,}°321 \; ; \; \gamma = 0{,}01355$$

erſtere Gröſse in Graden des 100theil. Thermometers ausgedrückt, und letztere auf die als Einheit angenommene Luftdichte D' bezogen. Nimmt man die Verdichtung γ als proportional den Temperaturerhöhungen an, welches innerhalb einer gewiſsen Gränze erlaubt iſt, ſo hat man als deren Werth 0,01282 für 1° R. = 1,°25 C. Das von Hrn. Reg. R. Prechtl gefundene Reſultat iſt freilich um 0,00868 gröſser, allein theils waren hier die Umſtände nicht ganz dieſelben (wie man aus S. 273 erſehen wird), theils auch, läſst ſich bei dieſen Verſuchen wohl nie eine völlige Uebereinſtimmung erwarten. Die Leſer werden gewiſs mit Vergnügen erſehen, worin ſich die Methode unſers Hrn. Verfaſſers von denen der franzöſiſchen Phyſiker unterſcheidet. Eine abermalige Unterſuchung dieſes für die Theorie der Geſchwindigkeit des Schalles wichtigen Gegenſtandes iſt durch Hrn. Gay-Luſſac vorgenommen, wie man aus dem folgenden Aufſatz des Hrn. Poisson erſieht. *P.*

lich dreierlei Einflüſſe die geſetzmäſsige Abnahme der Temperatur ſtören, und daher berückſichtigt werden müſſen. Nämlich: 1) die Erwärmung der unteren Luftſchichten durch die Sonne vermittelſt der Erdoberfläche, wenn dieſe Erwärmung nicht anhaltend genug iſt, daſs ſie bis zu groſsen Höhen ihre Wirkung erſtreckt. Im letzteren Falle vertheilt ſich durch die Strömungen aufwärts die Wärme in die oberen Schichten bis zu einer wahrſcheinlich hoch liegenden Gränze, da bei Gay-Luſſac's Luftfahrt das Thermometer in den gröſsten Höhen noch Feuchtigkeit zeigte. So dehnt ſich z. B. durch 20° R. die untere Luft um 0,093 aus, folglich etwas über viermal mehr, als dieſe Luft ſich ausdehnen müſste, um ſich um 1° R. zu erkälten. Folglich kann dieſe durch 20° R. unten ausgedehnte Luft in eine Höhe gebracht werden, wo das Thermometer etwas über 4° R. tiefer ſteht als unten, und ſich um dieſe 4° R. erkälten, ohne ihr Volumen zu ändern. So hoch würde alſo in dieſem Falle die Strömung Statt finden, wenn keine Wärme während des Aufſteigens abgeſetzt würde. Da aber durch dieſe Wärmeabgabe die höheren Luftſchichten wieder erwärmt ſind, ſo geht die Verbreitung dieſer Wärme immerfort aufwärts abnehmend im Verhältniſs der Luftdichtigkeiten. Eine anhaltende untere Erwärmung der Luft ändert alſo das Geſetz der Wärmeabnahme bis zu bedeutenden Höhen nicht. Dieſs wird aber allerdings dann der Fall ſeyn, wenn die Temperatur, welche unten herrſcht, ihre Wirkung nicht hoch genug erſtrecken konnte, welches bei ſehr groſsen Höhen immer der Fall ſeyn wird: daher in ſolchen Höhen die Temperatur in der

That niedriger seyn zu müssen scheint, als sie durch das in minderen Höhen Statt findende Wärmegesetz angegeben wird; weil die Temperatur des unteren Standpunktes, mit jener des höheren, auf welchen sich die äufsere Erwärmung nicht mehr, oder nicht verhältnifsmäfsig mehr erstreckt, nicht in der regelmäfsigen Beziehung steht.

Diese Ursache begründet wahrscheinlich hauptsächlich die Variationen in der Schneegränze unter derselben geograph. Breite. Denn setzen wir z. B. eine grofse, ebene oder nur mit niedrigen Gebirgen durchschnittene Landfläche, welche durch hohe Gebirge gegen Nord und Nordost vor den kalten Winden geschützt ist: so wird dieses Land einen regelmäfsigen Sommer mit geringen Temperaturdifferenzen haben; die untere Erwärmung wird sich Monate lang ununterbrochen in die Höhe verbreiten, und die Schneegränze daher bedeutend über jene Höhe hinausrücken können, welche ihr nach Maafsgabe anderer Länder in dieser Breite zukommt.

9. Eine zweite Ursache, die das Gesetz der Temperaturabnahme stört, sind die Windstriche, welche in verschiedenen Höhen die Luft wärmer oder kälter machen, als sie aufserdem seyn würde. Ein Beispiel dieser Art findet sich in der bereits angeführten Luftreise des Hrn. Gay-Lussac. Bis zu einer Höhe von 1893 Klafter fand die regelmäfsige Temperaturabnahme Statt, und das Thermometer zeigte in dieser Höhe 8½° C.; von hier aus stieg das Thermometer mit der Höhe, zeigte bei 1958 Klafter 10½° C. und kam erst bei 2428 Klafter wieder auf 6½° C., und erst bei 2832 Klaftern trat der Thermometerstand in

die regelmäfsige Abnahme zurück. Es zeigte fich hier alfo ein warmer Luftftrich, dem eine fenkrechte Höhe von etwa 873 Klaftern zukam, und welcher die Temperatur der Luftfchichten, die er einnahm, im Mittel um 3° R. erhöhte, wie aus der folgenden Tabelle erhellet, in welcher die berechneten Thermometerftände aus der im vorigen (§. 2.) angegebenen Formel hergeleitet worden find.

Barometerftand in Centim.	Höhe in Toifen.	Beobachtete Temperatur R.	Berechnete Temperatur.	Differenz.
49,68	1893,9	6°,75	5°,89	+ 0,86
49,05	1958,2	8,5	5,5	+ 3,0
45,28	2314,8	7,0	3,21	+ 3,79
44,04	2428,8	6,5	2,45	+ 4,05
43,53	2467,2	5,75	2,24	+ 3,01
42,49	2566,3	4,75	1,68	+ 2,57
41,14	2702,7	3,5	0,68	+ 2,82
39,85	2831,7	2,0	— 0,11	+ 2,11
39,18	2889,4	0	— 0,51	+ 0,51

Man fieht hieraus, dafs diefer Windftrich etwa in der Mitte feiner Höhe, bei 2428 Toifen, feine höchfte Temperatur hatte, und diefe Temperatur fich aufwärts fchneller, abwärts langfamer verminderte, gerade wie es unter ähnlichen Umftänden erfolgen mufste.

10. Die dritte Urfache, welche die Regelmäfsigkeit der Temperaturabnahme in der Atmofphäre ftört, ift die auf den Berggipfeln und Bergrücken durch gemeinfchaftliche Wirkung der Sonne und der stets wechfelnden trockenen und dünneren Luft Statt fin-

Digitized by Google

dende Verdünſtungskälte, welche nicht nur die benachbarten Luftſchichten erkältet, ſondern auch kältere Luftſtröme nach der Umgebung verurſacht. Daher ſind in der Regel die Berggipfel kälter als die Luft im Freien bei gleicher Höhe. Daher umziehen ſich dieſe Höhen mit Nebel, während die entferntere Luft in gleicher Höhe heiter bleibt: indem die Luft aus gleichen und wärmeren Höhen durch die Windſtriche an dieſelben getrieben wird, ſetzt ſie ihr Waſſer als Nebel, Regen, Reif, Schnee oder Eis ab. Auf der genannten Luftreiſe fand Gay-Luſſac die Temperatur o erſt in einer Höhe von 5631 Metres (2889 Toiſen) über *Paris*, oder in 2909 Toiſen über dem Meere, obgleich dieſe Höhe die Schneegränze der *Pariſer* Breite weit, und die Spitze des Montblanc um 2810 Fuſs übertrifft.

11. Die Thermometerbeobachtungen des Herrn Gay-Luſſac auf ſeiner zweiten äroſtatiſchen Reiſe (am 16. September 1804) ſind ganz geeignet, die Richtigkeit des oben angeführten Geſetzes ſowohl, daſs nämlich die Temperaturabnahme im Verhältniſſe der Luftdichtigkeiten erfolge, als auch die Genauigkeit des für x gefundenen Werthes zu beſtätigen, weil dieſe Beobachtungen, zumal in den gröſseren Höhen, von den angeführten Störungen frei ſind.

Nachſtehende Tabelle zeigt die Berechnung der Gay-Luſſac'ſchen Beobachtungen, mit Weglaſſung derjenigen, welche bereits im Vorigen aufgeführt worden ſind.

Digitized by Google

Barometer-ſtand in Centim.	Höhe in Toiſen über Paris.	Beobachtete Temperatur o R.	Berechnete Temperatur.	Differenz.
76,52	o	22°,25	—	—
55,81	1555,6	10,0	8,41	+ 1,59
51,43	1750,6	8,75	6,89	+ 1,86
49,68	1893,9	6,75	5,89	+ 0,86
41,41	2654,6	0,75	0,85	— 0,10
39,18	2889,4	o	— 0,51	+ 0,51
39,01	2911,6	0,5	— 1,07	+ 1,57
37,17	3099,3	— 2,5	— 1,74	— 0,76
36,96	3133,4	— 1,25	— 1,87	+ 0,62
36,70	3151,9	— 2,75	— 2,64	— 0,11
33,39	3532,0	— 5,5	— 4,04	— 1,46
32,88	3579,9	— 7,5	— 4,35	— 3,15

Nimmt man, um die Folgen der verhältniſsmäſsig ungleichen Erwärmung von unten nach oben (8.) zu beſeitigen, von dieſen Beobachtungen nur jene für die gröſsten Höhen, und legt der Berechnung der ihnen zugehörigen Temperaturen, die bei dem Barometerſtande von 39,18 Centim. beobachtete Temperatur von o R. zu Grunde, ſtatt wie in der vorſtehenden Tabelle die Temperatur an der Oberfläche der Erde; ſo erhält man folgende Werthe:

Barometer-ſtand	Höhen in Toiſen.	Beobachtete Temperatur.	Berechnete Temperatur.	Differenz.
39,18	2889,4	o°	o°	o°
39,01	2911,6	0,5	— 0,2	+ 0,7
37,17	3099,3	— 2,5	— 2,5	o
36,70	3151,9	— 2,75	— 2,9	— 0,15
33,39	3532,0	— 5,5	— 6,8	— 0,3
32,88	3579,9	— 7,5	— 7,5	o

Digitized by Google

Dieſe Vergleichungen zeigen, daſs die Differenzen zwiſchen der Beobachtung und Berechnung nicht gröſser ſind, als die unvermeidlichen Fehler in der Beobachtung mit ſich bringen, welche vorzüglich in dem Zurückbleiben des Thermometers beim Auf- oder Niederſteigen des Ballons ihren Grund haben. Man kann ſonach das erwähnte Geſetz, welches dieſer Rechnung zu Grunde liegt, als hinreichend bewieſen anſehen.

12. Auſser derjenigen Erwärmung, welche die Erdrinde als ein feſter Körper durch die Sonne erhält, hängt alſo die mittlere Temperatur der Erdoberfläche vorzüglich von dem mittlern Drucke der Atmoſphäre ab, weil die Erwärmungskraft der Sonne in der Luft von der Luftdichtigkeit bedingt wird. Geſetzt es befinde ſich an einem Theile dieſer Oberfläche, deſſen mittlere Temperatur 10° R. bei 28″ B. betrüge, ein Thal, deſſen ſenkrechte Tiefe 4973 Klafter betrüge, oder in welchem das Barometer einen Stand von 88″ hätte, ſo würde am Grunde dieſes Thales die mittlere Temperatur 80° betragen, indem kein Grund vorhanden iſt, warum das durch die Erfahrung bewieſene Wärmegeſetz nicht eben ſo abwärts als aufwärts gelten ſollte. Die in dieſer Luft befindlichen Waſſerdämpfe hätten die Dichtigkeit der Dämpfe von 28″ B.; das Waſſer würde aber erſt bei etwa 109° R. zum Sieden kommen. Der Himmel würde in dieſer Tiefe durch die von den dichteren Dämpfen und der dichteren Luft vermehrte Lichtzerſtreuung kaum noch eine blaue Farbe haben, u. ſ. w. In einer Tiefe von 11290 Klaftern oder von etwa drei deutſchen Meilen (bei einem Barometerſtande von 377″ W.) würde die Luft die

Digitized by Google

Glühhitze (430° R.) erreichen; bei einer Temperatur von 10° R. an der Oberfläche der Erde. Aus diesem Grunde haben die Veränderungen des Barometerstandes an der Oberfläche der Erde auch Einfluss auf die Veränderungen der Temperatur: setzen wir z. B. das Barometer steige von 27″ auf 28″, so wird die untere Luft um $\frac{1}{28}$ dichter, folglich um $\frac{1}{28}$. 0,0215 = 1°$\frac{1}{8}$ R. erwärmt, und im Gegenfalle erkältet (wenn diese Temperaturänderung nicht durch andere Einflüsse wieder aufgehoben wird).

Durch das angegebene Gesetz der Temperaturabnahme in den verschiedenen Schichten einer Luftsäule lässt sich zugleich die Erwärmungsgrösse bestimmen, welche durch die Luft erzeugt wird, wenn diese z. B. in einen tiefen Schacht von der Oberfläche der Erde einströmt, und die durch die untere Verdichtung frei werdende Wärme an die Umgebung absetzt. Betrachten wir ferner den gleichfalls nach dem Mariotte'schen Gesetze constituirten *physischen Zustand einer Wasserdampf-Säule von grosser Höhe*, so finden wir, dass in derselben die Natur ein Mittel habe, in die Tiefen einer Spalte oder eines Schachtes von der Oberfläche der Erde aus die Wärme hinabzuführen, und wie in einem Herde bis zu den höchsten Hitzegraden zu concentriren. Auf der Betrachtung dieses Zustandes beruht die Erklärung der Vulkanität, wie ich sie im 3ten Bande der Jahrbücher des polytech. Instituts als Fortsetzung des vorstehenden Aufsatzes gegeben habe.

Digitized by Google

III.

Ueber die Wärme der Gaſe und Dämpfe;

von

Hrn. Poisson *).

I.

Es ſey ϱ die Dichte eines Gaſes, ϑ ſeine Temperatur in Graden des 100theiligen Thermometers, p der Druck, den das Gas auf jede Flächeneinheit ausübt, oder das Maafs ſeiner elaſtiſchen Kraft, ſo hat man

$$p = a\varrho(1+\alpha\vartheta) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (1)$$

worin von den beiden Coëfficienten α und a, der erſtere allen Gasarten gemein iſt und 0,00375 beträgt; der zweite aber für jede Gasart beſonders gegeben ſeyn muſs. Die totale Wärmemenge, welche in einem gegebenen Gewichte dieſes Gaſes, z. B. in einem Gramm enthalten iſt, läſst ſich nicht berechnen, wohl aber kann der Ueberſchuſs dieſer Gröſse über diejenige beſtimmt werden, welche ein Gramm deſſelben Gaſes, unter einem willkührlich gewählten Druck und einer willkührlich gewählten Temperatur enthält. Bezeichnet man dieſen Ueberſchuſs mit q, ſo wird derſelbe eine Function von p, ϱ und ϑ ſeyn, oder einfacher von p und ϱ, weil dieſe 3 Gröſsen ſchon durch

*) Aus den Annal. de Chim. et Phyſ. Tom. XXIII. p. 337.

die obige Gleichung von einander abhängig sind; man hat also

$$q = f(p, \varrho)$$

worin q diejenige Function bezeichnet, deren Form bestimmt werden soll.

Die specifische Wärme dieses Grammen Gases, ist die Wärmemenge, welche man demselben mittheilen muss um seine Temperatur ϑ um einen Grad zu erhöhen; sie wird nahe dem Ausdruck $\frac{dq}{d\vartheta}$ gleich seyn; man kann sie aber unter zwei verschiedenen Gesichtspunkten betrachten, nämlich: entweder den Druck p constant setzen und dem Gase die Freiheit lassen sich auszudehnen oder dessen Volumen constant erhalten, und vorausfetzen, der Druck p wachse mit der Temperatur. Da man zufolge der Gleichung (1) hat:

$$\frac{d\varrho}{d\vartheta} = -\frac{\alpha\varrho}{1+\alpha\vartheta} \quad ; \quad \frac{dp}{d\vartheta} = \frac{\alpha p}{1+\alpha\vartheta}$$

so folgt, dass wenn man durch c die specifische Wärme des Gases bei constantem Druck, und durch c_1 die spezifische Wärme desselben bei constantem Volumen bezeichnet, man haben wird:

$$c = -\frac{dq}{d\varrho} \cdot \frac{\alpha\varrho}{1+\alpha\vartheta} \quad ; \quad c_1 = \frac{dq}{dp} \cdot \frac{\alpha p}{1+\alpha\vartheta} \quad ; \quad . \quad . \quad (2)$$

Bezeichnet man nun mit k das Verhältniss der ersten spezifischen Wärme zur zweiten, setzt also:

$$\frac{c}{c_1} = k$$

so kann man schliefsen:

$$\varrho \frac{dq}{d\varrho} + kp \frac{dq}{dp} = 0 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (3)$$

Digitized by Google

Es ist a priori einzusehen, dass das Verhältniss k stets die Einheit übertreffen muss, denn man gebraucht offenbar mehr Wärme um die Temperatur eines Gases zu erhöhen, wenn dieses sich ausdehnt, als wenn seine Dichte constant bleibt; jedoch kann nur allein der Versuch den Werth der Grösse k für die verschiedenen Gase kennen lehren, so wie die Abhängigkeit dieses Werthes von dem Drucke und der Dichte. Nach den im 12ten Buche der Mécanique céleste erwähnten Versuchen der HH. Gay-Lussac und Welter, ist die Grösse für die nämliche Gasart nahe constant, und beträgt für völlig trockene atmosphärische Luft:

$$k = 1{,}3750$$

Setzt man nun voraus, dass k unabhängig sey von p und ϱ, so wird das Integral der Gleichung (3) folgendes:

$$q = f\left(\frac{p^{\frac{1}{k}}}{\varrho}\right) \quad \ldots\ldots \quad (4)$$

wo f die willkührliche Function bezeichnet. Man schliesst hieraus:

$$p = \varrho^k \varphi q$$

und vermöge der Gleichung (1)

$$1 + a\vartheta = \frac{1}{a}\,\varrho^{k-1}\varphi q$$

worin φ eine andere Function bezeichnet. Wenn die Grösse q ihren Werth behält, aber p, ϱ, ϑ in p', ϱ', ϑ' übergehen, so wird man haben:

$$p = \varrho'^k \varphi q \;\; ; \;\; 1 + a\vartheta' = \frac{1}{a}\,\varrho'^{k-1}\varphi q$$

Digitized by Google

und wenn man φq eliminirt und erwägt, dafs $\frac{1}{a} = 266°,67$, ſo kommt

$$\left.\begin{aligned} p' &= p\left(\frac{\varrho'}{\varrho}\right)^{k} \\ \vartheta' &= (266°,67 + \vartheta)\left(\frac{\varrho'}{\varrho}\right)^{k-1} - 266°,67 \end{aligned}\right\} \quad . \quad (5)\ *)$$

*) Die erſte dieſer beiden Formeln drückt, wie man ſieht, eine intereſſante Erweiterung des bekannten Mariotte'ſchen Geſezzes aus. Statt dafs nämlich, bei gleichbleibender Temperatur, die Volumina eines jeden beliebigen Gaſes im einfachen und umgekehrten Verhältniſſe zu den drückenden Kräften (oder zu den ihnen gleichen Elaſticitäten der Gaſe) ſtehen, findet zwiſchen dieſen Gröſsen, wenn keine Wärme bei der Compreſſion entweicht, die Relation Statt, ſo dafs die Elaſticitäten ſich umgekehrt verhalten, wie eine gewiſſe Potenz der Volumina. Für die atmoſphäriſche Luft beträgt deren Exponent $\frac{1}{k}$, und folglich verhalten ſich bei dieſer die Elaſticitäten *nahe* wie die Quadratwurzeln aus den Kuben der Volumina. Vorausgeſetzt dafs keine Wärme entwich und die Luft völlig trocken war. Durch die Verſuche des Hrn. Haycraft, in dem folgenden Aufſatze, iſt es ſehr wahrſcheinlich gemacht, dafs die Gröſse k, oder der eben erwähnte Exponent, für alle Gaſe gleich ſey, und folglich für alle 1,375 betrage. Ob dieſs noch eine Einſchränkung erleidet, müſſen kommende Verſuche entſcheiden.

Die zweite Formel giebt, wenn die Dichtigkeiten vor und nach der Compreſſion nebſt der urſprünglichen Temperatur bekannt waren, die Temperatur, welche durch die Compreſſion erzeugt wird. Statt des Verhältniſſes der Dichtigkeiten läſst ſich, wie leicht zu erſehen, auch das umgekehrte der Volumina ſetzen. Will man aber die Dichtigkeiten durch die Elaſticitäten erſetzen, ſo nimmt die Formel die Geſtalt an:

$$\vartheta' = (266°,67 + \vartheta)\left(\frac{p'}{p}\right)^{\frac{k-1}{k}} - 266°,67$$

Digitized by Google

Die Gleichung (5) enthält die Geſetze der Elaſticität und der Temperatur der Gaſe, wenn ſie ohne Veränderung ihrer Wärmemenge zuſammengedrückt oder ausgedehnt werden; dieſs würde Statt finden, entweder wenn die Gaſe in Gefäſsen enthalten wären, welche der Wärme keinen Durchgang geſtatteten, oder die Zuſammendrückung, wie bei dem Schalle, ſo raſch geſchähe, daſs der Verluſt an Wärme als Null betrachtet werden kann. Wenn z. B. in dem pneumatiſchen Feuerzeuge das Volumen der Luft plötzlich von 5 auf 1 zurückgeführt wird, ſo hat man $\varrho' = 5\varrho$, und dadurch findet ſich vermittelſt des obigen Werthes von k:

$$\vartheta' - \vartheta = 221° + (0{,}83)\,\vartheta$$

woraus man ſieht, daſs die Erhöhung der Temperatur, um ſo gröſser iſt, als die urſprüngliche Temperatur ſelbſt mehr erhöht war; für $\vartheta = 0$ hat man $\vartheta' = 221°$, eine Temperatur, welche die Phyſiker als

in dieſer liefert ſie die Löſung der intereſſanten Aufgabe, über das Verhältniſs zwiſchen der Elaſticität und der Temperatur in einer Luftſäule, die plötzlich vertikal geſtellt wird, und zuvor in horizontaler Lage, überall eine gleiche Temperatur und Elaſticität beſaſs.

Man ſieht überdieſs, daſs die correſpondirenden Aenderungen der Dichte und der Temperatur ſich nicht proportional ſind, und daſs ihre gegenſeitige Abhängigkeit von der Initialtemperatur bedingt wird, ſo daſs in dem Maaſse, wie dieſe gröſser oder kleiner war, auch die aus gleichen Condenſationen erfolgenden Temperaturen mehr oder weniger erhöht ſind. Dieſs erklärt denn auch zum Theil den Unterſchied zwiſchen den Reſultaten des Hrn. Reg. R. Prechtl und den der HH. Clement und Deſormes. *P.*

Digitized by Google

hinreichend anſehen, um den Feuerſchwamm in der verdichteten Luft zu entzünden.

Eliminirt man ϱ aus der Gleichung (4) mittelſt der Gleichung (1), ſo hat man:

$$q = f\left(ap^{\frac{1}{k}-1}(1+\alpha\vartheta)\right)$$

Um hier die willkührliche Function f zu beſtimmen, iſt es nöthig eine neue Hypotheſe zu machen. Die von Hrn. Laplace im 12ten Buche der Mécaniq. céleste angenommene, beſteht in der Vorausſetzung, daſs die Anwüchſe der Wärmemenge eines Gaſes, proportional ſind, denen ſeiner Temperatur.

Dieſs erfordert, daſs die Function, in Bezug auf die Variable, welche ſie einſchlieſst, vom erſten Grade ſey; und weil

$$\alpha = \frac{1}{266{,}67}$$

hat man alsdann:

$$q = A + B\,(266{,}67+\vartheta)\,p^{\frac{1}{k}-1} \quad . \quad . \quad . \quad (6)$$

worin A und B zwei willkührliche Conſtanten ſind. Die ſpecifiſchen Wärmen c und c_1 ſind alsdann:

$$c = Bp^{\frac{1}{k}-1} \quad ; \quad c_1 = \frac{1}{k}\,Bp^{\frac{1}{k}-1}$$

Dieſe hangen nicht von der Temperatur ϑ ab, und werden für jeden Druck bekannt ſeyn, wenn ſie für einen beſtimmten Druck gegeben waren. Die HH. Laroche und Berard geben $c = 0{,}2669$ für Luft unter dem Druck von $0^m{,}76$; wobei die ſpecifiſche Wärme eines gleichen Gewichtes an Waſſer zur Einheit angenommen iſt. Nennt man P den Druck, welcher der Barometerhöhe $0^m{,}76$ entſpricht, ſo hat man:

Digitized by Google

$$0{,}2669 = BP^{\frac{1}{k}-1}$$

woraus im Allgemeinen:

$$c = 0{,}2669 \left(\frac{P}{p}\right)^{1-\frac{1}{k}}$$

und der Werth von c, leitet ſich aus dem von c ab, wenn man ihn durch k dividirt. Da dieſe Gröſse k die Einheit überſteigt, ſo ſieht man, daſs die ſpecifiſche Wärme eines Grammen Luft, und im Allgemeinen eines jeden Gaſes, ſich vergröſsert, wenn die elaſtiſche Kraft p abnimmt.

Bezeichnet man durch m die Wärmemenge, welche ein Gramm Luft verliert, wenn deſſen Temperatur um n Grade erniedrigt wird, der Druck aber conſtant bleibt, ſo hat man:

$$m = n\ (0{,}2669) \left(\frac{P}{p}\right)^{1-\frac{1}{k}}$$

Bei gleichem Volumen und bei derſelben urſprünglichen Temperatur, wird das Gewicht der Luft (was unter dem Druck $p = 1$ Gramm betrug (P.)) unter dem Druck p', zu $\frac{p'}{p}$ Gramm, und nennt man m' den Wärmeverluſt dieſes zweiten Volumens für die nämliche Temperaturerniedrigung, ſo hat man:

$$m' = \frac{np'}{p}\ (0{,}2669) \left(\frac{P}{p}\right)^{1-\frac{1}{k}}$$

woraus man ſchlieſst:

$$\frac{m'}{m} = \left(\frac{p'}{p}\right)^{\frac{1}{k}} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (7)$$

als das Verhältniſs der Wärmeverlüſte, welche das

Digitized by Google

nämliche Volumen Luft unter verſchiedenem Drucke erleidet.

II.

Hr. Laplace, aus deſſen Mécanique céleste livr. XII. die Formeln (6) und (7) entlehnt ſind, hat die erſten von dieſen auch auf den Waſſerdampf angewandt. Dieſs ſetzt voraus, 1) daſs wenn ein Gramm Waſſerdampf gebildet iſt und dieſem weder mehr hinzugefügt wird, noch ſich etwas von demſelben niederſchlägt, das Verhältniſs der ſpecifiſchen Wärme unter conſtantem Druck zu derjenigen bei conſtantem Volumen, ein unveränderliches ſey; 2) daſs die Wärmemenge, welche erforderlich iſt, um bei conſtantem Druck die Temperatur eines Grammen Waſſerdampf um eine beliebige Anzahl von Graden zu erhöhen, proportional ſey dieſer Anzahl. Nimmt man dieſes an; nennt C die erforderliche Wärmemenge um unter dem Druck $0^m,76$ und der Temperatur 100° einen Gramm Waſſer, welcher anfangs die Nulltemperatur beſaſs, in Dampf zu verwandeln; bezeichnet mit Q die Wärmemenge, welche zur Verdampfung deſſelben Grammes Waſſer, bei der Temperatur ϑ und dem Druck p erfordert wird; bezeichnet mit γ die ſpecifiſche Wärme des Waſſerdampfes unter dem Drucke $0^m,76$, und erſetzt endlich in der Gleichung (6) den Druck p durch die Barometerhöhe $= h$, welche ihm zum Maaſse dient, ſo muſs dieſe Formel geben: $Q = C$ wenn $h = 0^m,76$ und $\vartheta = 100°$; ſo wie $\frac{dq}{d\vartheta} = \gamma$ wenn $h = 0^m,76$. Beſtimmt man alſo, dieſen Bedingungen gemäſs, die

beiden willkührlichen Conſtanten, welche die Formel enthält, ſo wird dieſe:

$$Q = C + \gamma \left\{ (266{,}67 + \vartheta) \left(\frac{0^m{,}76}{h} \right)^{\frac{k-1}{k}} - 366{,}67 \right\} \quad . \quad . \quad (8)$$

Es wäre zu wünſchen, daſs die Genauigkeit dieſer Formel durch Verſuche geprüft, und die 3 Conſtanten C, γ und k mit Schärfe beſtimmt würden.

Nimmt man die ſpecifiſche Wärme eines Grammen Waſſers, oder die Wärmemenge, welche erforderlich iſt um ſeine Temperatur um einen Grad zu erhöhen, zur Einheit an, ſo hat man beiläufig, wenn man das Mittel der von mehreren Phyſikern gefundenen Werthe nimmt:

$$C = 650$$

Nach Hrn. Laroche und Berard hat man gleichzeitig:

$$\gamma = 0{,}8470$$

wenn gleich ſie dieſen Werth von γ mit keiner groſsen Sicherheit gegeben haben, ſo darf man doch annehmen, daſs er ſich nicht ſehr von der Wahrheit entferne, und kann ihn ſo lange anwenden, bis er durch fernere Verſuche abgeändert wird. Hinſichtlich der Gröſse k kennen wir noch keine directen Verſuche, welche zu deren Feſtſetzung dienen könnten; einen genäherten Werth derſelben kann man indeſs aus einer ſehr wichtigen Bemerkung ableiten, welche von mehreren Phyſikern, und beſonders von Hrn. Clement und Deſormes gemacht wurde.

Dieſer Bemerkung zufolge iſt die Wärmemenge, welche in einem Gramm Waſſerdampf enthalten, ſobald der Raum mit dieſem völlig geſättigt iſt, nahe die

nämliche für alle Temperaturen; ſo daſs, wenn man in dem Werthe von Q, folgweiſe ſtatt ϑ verſchiedene Werthe ſetzt, und gleichzeitig ſtatt h die, dieſen Temperaturen entſprechenden, Maxima der Dampfſpannung ſubſtituirt, die Gröſse Q nahe conſtant bleiben muſs. Für $\vartheta = 100°$ iſt die Spannung des Dampfes im Maximo $h = 0^m,76$, und dieſe Werthe von ϑ und h machen in dem Werthe von Q den Coëfficienten von γ zu Null. Bezeichnet man durch H die Spannung des Dampfes, welche den Raum bei der Temperatur ϑ ſättigt, ſo muſs dieſer nämliche Coëfficient noch ebenfalls nahe Null ſeyn, wenn man in dieſem H, ſtatt h ſetzt, welchen Werth auch ϑ haben mag. Wir beſizzen alſo die genäherte Gleichung:

$$(266,67 + \vartheta)\left(\frac{0,76}{H}\right)^{\frac{k-1}{k}} - 366,67 = 0 \quad \ldots\ldots \quad (9)$$

aus welcher man den Werth von k ziehen kann, ſobald man ϑ einen beliebigen Werth giebt, für welche das correſpondirende H durch Beobachtung beſtimmt ward. So z. B. hat man nach der aus den Verſuchen von Dalton *) abgeleiteten Tafel $H = 0^m,088742$, wenn $\vartheta = 50°$, mittelſt welcher Werthe die vorhergehende Gleichung giebt:

$$\frac{k-1}{k} = 0,0683 \text{ und } k = 1,073$$

Gebraucht man Werthe von H, die andern Werthen von ϑ zwiſchen 0° und 100° entſprechen, ſo findet

*) Biot's Traité de Phyſiq. Tom. I. 531. (Annal. d. Phyſ. B. 15. S. 8). P.

man Werthe von k, die kaum um 0,01 gröſser, oder um 0,005 kleiner ſind als dieſer. Wir halten uns daher an dieſen Werth von k, und wenn wir neben ihm auch noch die obigen Werthe von C und γ in der Formel (8) ſubſtituiren, ſo kommt:

$$Q = 650 + (0{,}847)\left\{(266{,}67)\left(\frac{0^m{,}76}{h}\right)^{0{,}0683} - 366{,}67\right\}; \quad (10)$$

Die Anwendung dieſer Formel auf Temperaturen, die weit von 100° entfernt ſind, zeigt uns, ob in der That für den Fall der Sättigung, oder wenn $h = H$, der Werth von Q nahe conſtant ſey. Nun hat man $H = 5^{mm}{,}059$ für $\vartheta = 0°$, und dieſs giebt $Q = 658$; für $\vartheta = -19°{,}59$ fand Hr. Gay-Luſſac $H = 1^{mm}{,}3718$, und danach giebt die Formel $Q = 662$; für $\vartheta = 140°$ ſtimmen mehrere Phyſiker darin überein, H einen Werth zu geben, der nahe der 4fache von dem bei 100° oder von $0^m{,}76$ iſt, und daraus folgt $Q = 653$; endlich iſt nach Hrn. Chriſtian für $\vartheta = 170°$ der Werth von H nahe dem Doppelten des vorigen gleich, oder nahe gleich $8 \times 0^m{,}76$, und dieſs giebt $Q = 661$.

Man ſieht alſo, daſs die Werthe von Q nicht ſehr von einander abweichen, obgleich ſie ein Temperaturen-Intervall von nahe 200° begreifen, und der Dampf von einer faſt unmerklichen Spannung bis zu einer Spannung von nahe 8 Atmoſphären überging. Dieſes Reſultat rührt daher, daſs die Gröſse k, beim Waſſerdampfe, nur um ein ſehr Geringes die Einheit übertrifft. Man darf indeſs dieſs Verhältniſs nicht durchaus der Eins gleich ſetzen, wie wir auch ſchon oben erwähnten. Man darf auch nicht vergeſſen, daſs die Gröſse Q nur für den Fall der Maxima des Dam-

pfes als conſtant angeſehen werden kann. Wenn der Raum nicht mit Dampf geſättigt iſt, ſo verändert ſich der, durch die Gleichung (10) gegebene, Werth von Q mit h und mit ϑ. Die ſpecifiſche Wärme des Dampfes hängt nur von h ab, und wenn man diejenige für conſtanten Druck mit c bezeichnet, ſo hat man:

$$c = (0{,}847)\left(\frac{0^m{,}76}{h}\right)^{0{,}0683}$$

Die ſpecifiſche Wärme für conſtantes Volumen iſt gleich dem Quotienten dieſer Gröſse c dividirt durch 1,073.

Mittelſt des Werthes von k zieht man aus der Gleichung (9)

$$H = (0^m{,}76)\left(\frac{266{,}67 + \vartheta}{366{,}67}\right)^{14{,}65}$$

Wäre dieſe Gleichung genau, d. h. wäre die Gröſse Q in aller Strenge conſtant, ſo würde dieſe Formel die Spannung des Dampfes in Function ſeiner Temperatur ausdrucken; allein obgleich Q nur ſehr wenig veränderlich iſt, ſo weicht dennoch der durch dieſe Formel ausgedruckte Werth von H, bei hohem Drucke, ſehr ſtark von der Beobachtung ab, denn z. B. für $\vartheta = 170°$ giebt dieſelbe H einen Werth von 13 Atmoſphären, ſtatt 8. Auch für Temperaturen unter 100° ſtellt dieſe Formel nur unvollkommen die Werthe von H dar.

Der Dampf mag nun auf ſeinem Maximum ſeyn oder den Raum nicht völlig ſättigen, ſo giebt die Gleichung (1), welche ſowohl auf Dämpfe als auf permanente *) Gasarten anwendbar iſt, dennoch ſtets die

*) Daſs nach den intereſſanten Verſuchen der Hrn. Davy und

Dichte ϱ des Dampfes, ſobald ſeine Spannung h und ſeine Temperatur ϑ bekannt ſind. Nennt man D die Dichte des Dampfes bei 100° und unter dem Druck $0^m,76$, ſo ſchlieſst man daraus:

$$\varrho = \frac{Dh}{0^m,76} \cdot \frac{366,67}{266,67+\vartheta}$$

Das Gewicht eines Litre trockner Luft bei der Temperatur von 100° und unter dem Druck von $0^m,76$ iſt gleich 0,945 Gramm. Das, eines Litre Waſſerdampfs iſt $\frac{5}{8}$ des erſteren oder gleich 0,59 Grm., folglich hat das Gewicht eines Volumen v von Waſſerdampf, deſſen Temperatur ϑ und deſſen Spannung h iſt, einen Werth von:

$$\frac{vh}{0^m,76} \cdot \frac{187^{gr},33}{266,67+\vartheta}$$

den Cubikdecimeter dabei als Volumenseinheit angenommen. Nennt man nun V die Wärmemenge, welche nöthig iſt, um dieſe Dampfmenge zu bilden, wenn das Waſſer urſprünglich die Null-Temperatur beſaſs, ſo wird V das Produkt aus dieſer Grammenanzahl und der Gröſse Q ſeyn, welche durch die Gleichung (10) gegeben ward, ſo daſs man hat:

Faraday der Unterſchied zwiſchen den Dämpfen und Gasarten, ſtreng genommen, völlig verſchwunden iſt, muſs jedem einleuchtend ſeyn. Der Hr. Verfaſſer ſchrieb indeſs den gegenwärtigen Aufſatz wahrſcheinlich vor Bekanntwerdung jener Verſuche, und überdieſs wird man, ungeachtet derſelben, die beiden Ausdrücke: Dampf und Gas, mit eben dem Recht in der Phyſik beibehalten, als man ſich in der Chemie, nach Darſtellung des Kaliums, noch ſtets der Unterſcheidungen von Erden, Alkalien und Metalloxyden bedient. *P.*

Digitized by Google

$$V = \frac{hv}{0^m,76} \cdot \frac{187,33}{266,67+\vartheta} \cdot Q$$

Die Einheit, auf welche sich dieser Werth von V bezieht, ist die Wärmemenge, welche erfordert wird um die Temperatur eines Grammen Wassers um einen Grad (des 100theiligen Thermometers (d. H.)) zu erhöhen, welche Gröfse, wie man weifs, das 75fache derjenigen beträgt, die zur Schmelzung eines Grammen Eis von der Temperatur Null erfordert wird. Nimmt man also die letztere Gröfse zur Einheit an, so mufs man den Ausdruck von V mit der Zahl 75 multipliciren.

In den Dampfmaschinen, in welchen man den Dampf im Zustand seines Maximums anwendet, variirt die Gröfse Q nicht merklich; das Verhältnifs von V zu h oder der nützlich angewandten Wärme zu dem auf den Stempel ausgeübten Druck, steht folglich, alles Uebrige gleichgesetzt, im umgekehrten Verhältnisse von $266,67 + \vartheta$. Dieses Verhältnifs wird also in dem Maafse kleiner seyn, als die Temperatur ϑ des Dampfes mehr erhöht war, und folglich wächst der Verbrauch an Wärme weniger schnell, als die erzeugte Kraft. Die Ersparung des Brennmaterials, welche hieraus zu Gunsten der Maschinen mit hohem Druck hervorgeht, ist indefs weit entfernt, derjenigen zu entsprechen, welche die Erfahrung anzugeben scheint, und man ist daher genöthigt den Vortheil, welche diese Maschinen darbieten, entweder in einem geringeren Wärmeverlust oder in anderen Umständen, in Bezug auf deren Construction, zu suchen.

III.

Man nehme an, dafs man 2 verschiedene Gase

Digitized by Google

habe, von gleicher Temperatur ϑ und unter gleichem Druck p, deren Volumina aber v und v' seyn. Wenn man dieselben in einem Gefäfse, dessen Capacität gleich $v + v'$ ist, über einander schichtet, so ist klar, dafs dieselben sich das Gleichgewicht halten können, da sie gleichen Druck gegen einander ausüben. Dieſs Gleichgewicht ist aber kein stabiles. Die Erfahrung zeigt, dafs die Gase sich allmählig durchdringen bis sie völlig mit einander gemengt sind, auch lehrt dieselbe, dafs bei diesem Vorgange weder Verlust noch Absorbtion von Wärme Statt findet, so dafs man nach einer gewissen Zeit ein homogenes Gemenge hat, in welchem das Verhältniſs der beiden Gase überall das nämliche ist und überall ein gleicher Druck p und eine gleiche Temperatur ϑ herrscht. Aus diesen durch die Beobachtung erwiesenen Thatsachen kann man ein anderes Resultat ableiten, welches die Beobachtung gleichfalls bestätiget.

Wenn man zwei mit einander gemengte Gase besitzt, die bei der Temperatur ϑ das Volumen v füllen, und man mit p und p' den Druck bezeichnet, welchen jedes für sich getrennt, bei der nämlichen Temperatur ϑ und in dem Volumen v, ausüben würde, so wird der Druck des Gemenges seyn $= p + p'$. Denn nimmt man zuvor an, die beiden Gase seyen getrennt, und p' gröfser p, so wird, wenn man das Gas von dem Druck p', ohne Veränderung der Temperatur, ausdehnt, bis dafs der Druck gleich p ist, das Volumen desselben seyn:

$$v\,\frac{p'}{p}$$

Digitized by Google

und nimmt man darauf an, die beiden Gaſe werden in einem Gefäſse übereinander geſchichtet, deſſen Volumen:

$$v + \frac{vp'}{p}, \text{ oder } \frac{v}{p}(p + p')$$

iſt, ſo werden ſich, nach dem eben Geſagten, die Gaſe ohne Veränderung der Wärme mengen, und man wird ein homogenes Gemenge von der Temperatur ϑ und dem Drucke p beſitzen. Nun läſst ſich das Mariotteſche Geſetz eben ſowohl auf Gasgemenge wie auf einfache Gaſe anwenden, und wenn man alſo das Gemenge, ohne ſeine Temperatur ϑ zu verändern, zuſammendrückt, bis ſein Volumen $\frac{v}{p}(p + p')$ zu v geworden, ſo wird der Druck p in $p + p'$ übergehen, welches zu beweiſen hier eben Abſicht war. Daſſelbe Princip findet auch für 3 Gaſe Statt, oder für jede beliebige Anzahl derſelben, die mit einander gemengt werden, ſo wie auch für die Mengungen aus Gas und Dampf. Der Druck des Gemenges wird immer gleich ſeyn der Summe der Drucke, welche dieſe Gaſe oder Dämpfe für ſich allein, bei gleicher Temperatur und unter dem Volumen des Gemenges, ausüben. Man kann im 12ten Buche der Mècanique cèleste ſehen, wie Hr. Laplace dieſs Princip aus Hypotheſen abgeleitet hat, die er über die Wärme und Wärmeſtrahlung der Gaſe machte. Wir haben hier nur zur Abſicht, die Verbindung dieſes Principes mit einer andern Thatſache zu zeigen, welche wir früher erwähnten.

Es ſeyen nämlich n und n' die Grammenzahl zweier verſchiedener Gaſe, welche mit einander ge-

Digitized by Google

mengt bei der Temperatur ϑ und unter dem Druck p das Volumen v füllen. Man bezeichne durch c und c' die ſpecifiſchen Wärmen eines Grammen dieſes Gaſes, unter dem conſtanten und p gleichen Druck, ſo wie durch c'' die ſpecifiſche Wärme eines Gemenges unter demſelben Druck; dann hat man:

$$(n + n')\, c'' = nc + n'c' \quad \ldots\ldots \quad (11)$$

Denn ſetzt man voraus, die Gaſe ſeyen, ſtatt mit einander gemengt, nur übereinander geſchichtet, ſo daſs ſie unter dem Drucke p und bei der Temperatur ϑ des Gemenges, von dem ganzen Volumen v nur die getrennten Antheile u und u' einnehmen; ſo wird nach dem eben Geſagten die Wärmemenge die nämliche ſeyn in den gemengten und in den übereinander geſchichteten Gaſen. Dieſe Gleichheit der Wärmemenge wird auch alsdann noch Statt finden, wenn man die Temperatur ϑ der Gaſe oder ihres Gemenges um einen Grad erhöht, und man muſs zu dieſer Erhöhung dem Gemenge die Wärmequantität $(n + n')\, c''$ und den getrennten Gaſen die Quantitäten nc und $n'c'$ mittheilen. Die erſte Gröſse muſs daher der Summe der beiden letzten gleich ſeyn, wie es die Gleichung (11) giebt, welche man leicht auf jede beliebige Anzahl von Gaſen oder Dämpfen anwendet. Eben ſo giebt dieſe die ſpecifiſche Wärme des Gemenges, wenn die jedes einzelnen daſſelbe zuſammenſetzenden Gaſes oder Dampfes bekannt iſt, und umgekehrt kann man ſich derſelben bedienen, um die ſpecifiſche Wärme eines Beſtandtheiles zu finden, wenn die aller übrigen und die des Gemenges gege-

Digitized by Google

ben ward. Auf dieſe Art haben die Hrn. la Roche und Berard die ſpecifiſche Wärme des mit Luft gemengten Dampfes bei der Temperatur von 39° und dem Druck $o^m,76$ beſtimmt, und da ſie überdieſs die Grammenanzahl der trocknen Luft und des Dampfes, welche in dem Gemenge enthalten waren, kannten, ſo wie die ſpecifiſche Wärme der trocknen Luft unter demſelben Druck, ſo konnten ſie daraus die ſpecifiſche Wärme des Waſſerdampfes ableiten, welche ſich auch auf den Druck von $o^m,76$ bezog und nicht auf die beſondere Spannung des Dampfes, was dieſe Phyſiker unentſchieden lieſsen *).

Dieſe ſpecifiſche Wärme des Waſſerdampfes macht den Werth der Gröſse γ aus, deren wir im vorigen Paragraph erwähnten.

Die Gleichung (11) findet auch alsdann noch eine Anwendung, wenn man die ſpecifiſchen Wärmen für conſtanten Druck, c, c', c'' durch die ihnen entſprechenden ſpecifiſchen Wärmen für conſtantes Volumen anſetzt; d. h. wenn man letztere mit $c_,$, $c_,'$ und $c_,''$ bezeichnet, ſo hat man auch:

$$(n + n')\, c_,'' = nc_, + n'c_,'$$

Sind nun k, k', k'' die Verhältniſſe, von c zu $c_,$; von c' zu $c_,'$; und von c'' zu $c_,''$, ſo hat man:

$$c = kc_, \quad ; \quad c' = k'c_,' \quad ; \quad c'' = k''c_,''$$

*) Annal. de Chim. T. XXX. p. 132.

und dann ſchlieſst man, aus der Gleichung (11) und der vorherigen:

$$k'' = \frac{nkc_{,} + n'k'c_{,}'}{nc_{,} + n'c_{,}'}$$

Nun hat man aus dem erſten Paragraph geſehen, daſs wenn die Verhältniſſe k und k' in Bezug auf 2 Gaſe ungleich ſind, die Gröſsen $c,$ und $c,'$ durch verſchiedene Potenzen des Druckes p ausgedruckt werden, und daraus folgt, daſs das Verhältniſs k'' in Bezug auf ein Gemenge nicht unabhängig iſt, von p. Das Verhältniſs der ſpecifiſchen Wärmen bei conſtantem Druck und bei conſtantem Volumen, welches für das nämliche einfache Gas als conſtant, aber für jedes Gas verſchieden, vorausgeſetzt ward, kann demnach für ein Gemenge aus zwei oder mehreren einfachen Gaſen, oder Gaſen und Dämpfen, nicht mehr conſtant ſeyn, und wenn alſo dieſs Verhältniſs ſich bei den über die atmoſphäriſche Luft unter verſchiedenen Drucken angeſtellten Verſuchen als conſtant gezeigt hat, ſo war dieſs nur ſcheinbar, weil der Werth deſſelben für das Sauerſtoffgas und das Stickgas, aus welchen die atmoſphäriſche Luft beſteht, nahe gleich iſt. Nimmt man an, daſs dieſs Verhältniſs ſowohl für Waſſerdampf als für trockene atmoſphäriſche Luft beſtändig iſt, ſo wird der Werth deſſelben für dieſe beiden Fluida ſehr verſchieden, und kann demnach für feuchte Luft nicht mehr beſtändig ſeyn, wenigſtens dann nicht, wenn das Verhältniſs des Waſſerdampfes irgend beträchtlich iſt. Dieſer Bemerkung zufolge

laſſen ſich die in dem erſten Paragraph aufgeſtellten Formeln, nicht zugleich auf einfache Gaſe und auf Gemenge von Gaſen oder Dämpfen anwenden, weil ſie auf die Unveränderlichkeit des eben erwähnten Verhältniſſes gegründet ſind.

Digitized by Google

IV.

Ueber die ſpecifiſche Wärme der Gaſe;

von

Hrn. W. T. Haycraft *).

Die Verſuche, welche ich gegenwärtig der K. Geſellſchaft vorlege, ſind Widerholungen derjenigen, welche ich vor mehreren Monaten in der Abſicht unternahm, die ſpecifiſche Wärme der Gaſe zu beſtimmen. Von der Wichtigkeit des Gegenſtandes überzeugt, ſparte ich keine Mühe meine Unterſuchung weiter zu verfolgen, und deshalb hielt ich gern meine erſten Verſuche ſo lange zurück, bis ich dem Publikum eine neue Reihe derſelben vorlegen konnte, die gröſseres Zutrauen verdiente. Der Apparat, deſſen ich mich bei den letzteren Verſuchen bediente, war darauf berechnet, mit gröſseren Gasquanten zu arbeiten, wie bei dem früheren, und da ich jede erforderlich ſcheinende Vorſicht anwandte, ſo werden dieſe Verſuche gewiſs ein entſcheidenderes Reſultat gegeben haben, als jene. Deſſenungeachtet ſind in den hauptſächlichſten Punkten die Reſultate genau dieſelben. Ich kann daher mit Recht behaupten, daſs die Schlüſſe, zu welchen ich durch die früheren Experimente geführt wurde, genau die umgekehrten von denen ſind, welche ich erwartet hatte, und daſs ſie

*) Aus den Transact. of the roy. Soc. of Edinb. Vol. X. p. 195.

Digitized by Google

zu gleicher Zeit den Lehren von Black und Crawford, welchen ich bis zu einem gewiſſen Grade Glauben beimaaſs, gänzlich entgegengeſetzt ſind.

Bevor ich jedoch weiter ins Einzelne gehe, wird es nöthig ſeyn die Methoden zu berühren, welche frühere Experimentatoren bei dieſen Unterſuchungen anwandten, und die Punkte zu bezeichnen, welche ich als die Urſachen der Irrthümer in ihren Schlüſſen anſehe. Unter allen dieſen Methoden iſt keine eleganter, als die von Hrn. Profeſſor Leslie angewandte. Da jedoch nach deſſen eigenem Urtheile die Reſultate nicht mit einander übereinſtimmen, ſo ſcheint eine Beſchreibung derſelben unnöthig zu ſeyn. Dr. Crawford's Methode beſteht darin, zwei verſchiedene Gaſe (die zuvor durch Berührung mit Chlorcalcium ihres Waſſergehaltes beraubt wurden) in zwei Gefäſsen von gleicher Gröſse und gleichem Gewichte einzuſchlieſsen, und nachdem dieſe durch eine ſehr ſinnreiche Vorrichtung genau bis zu einer und der nämlichen Temperatur erhitzt waren, ſie beide gleichzeitig in zwei andere Gefäſse zu tauchen, welche Waſſer von einer niedrigern Temperatur enthielten und ebenfalls an Geſtalt, Gröſse und Gewicht einander gleich waren. Mittelſt genau gearbeiteter Thermometer maaſs er nun die durch die beiden Gaſe erzeugte Temperaturerhöhung und beſtimmte dadurch die ſpecifiſchen Wärmen derſelben.

Ich ſehe, abgerechnet daſs die Gasmengen nicht beträchtlich genug waren, um die Reſultate mit hinlänglicher Genauigkeit zu geben, in der Methode ſelbſt, keine Unvollkommenheiten.

Digitized by Google

Dieſer Mangel iſt bei der von den Hrn. de La Roche und Berard angewandten Methode völlig beſeitigt. Ihr Apparat beſtand aus einer Waſſerſäule, die ſo regulirt ward, daſs ſie beſtändig einen gleichen Druck auf die in einem verſchloſſenen Gefäſse befindliche Luft ausübte, und letztere, angetrieben durch das Gewicht des auf ihr laſtenden Waſſers, drückte auf die Aufsenſeite einer Blaſe, welche das Gas enthielt, deſſen Capacität beſtimmt werden ſollte. Aus dieſer Blaſe ward das Gas durch den Calorimeter getrieben, d. h. durch eine ſpiralförmige Röhre, die in einem mit Waſſer von einer niederen Temperatur gefüllten Gefäſse enthalten war. Ehe jedoch das Gas in den Calorimeter eintrat, ward daſſelbe durch eine beſondere Vorrichtung bis zur Temperatur des ſiedenden Waſſers erhitzt. Nachdem es den Calorimeter verlaſſen hatte, ward es mittelſt Hähne in eine andere Blaſe geführt, und aus letzterer auf gleiche Weiſe wie aus der erſteren wieder ausgetrieben. Durch dieſe wechſelſeitige Bewegung konnten die HH. de La Roche und Berard in jeder Minute 225,2 Kubikzoll eines bis zur Siedhitze erwärmten Gaſes, durch den Calorimeter treiben. Die letzterem mitgetheilte Temperatur ward durch ein Thermometer gemeſſen, und aus vergleichenden Verſuchen die Capacität der verſchiedenen Gaſe abgeleitet.

Die letztere Methode iſt in ſo weit der des Dr. Crawford überlegen, als ſie erlaubte gröſsere Gasmengen anzuwenden. In anderer Hinſicht ſteht ſie weit unter dieſer, da die Verſuche, ſtreng genommen, nicht vergleichend waren. Die atmoſphäriſche Luft, welche der Vergleichung zur Grundlage diente,

Digitized by Google

wurde dem Verſuch unterworfen und die Reſultate deſſelben angemerkt. Die übrigen Gasarten wurden, zu verſchiedenen Zeiten, bei verſchiedenen Temperaturen des umgebenden Mittels, und unter verſchiedenem barometriſchen Druck unterſucht. Dieſe Anordnung verwickelte in endloſe und ſchwierige Rechnungen, um die ſtattgehabten Differenzen zu verbeſſern. Die gröſste Unvollkommenheit dieſer Verſuche beſtand aber darin, daſs man vernachläſsigte, die Gaſe, vor ihrer Unterſuchung, von ihrem Waſſergehalte zu befreien. Der Apparat ſelbſt lieſs dieſes nicht zu, weil das bei dem Verfahren angewandte Waſſer das Gas und den ganzen Apparat nothwendig in einem Zuſtande von Feuchtigkeit erhielt. Ueberdieſs wurde dieſe groſse Fehlerquelle noch anſehnlich durch die hohe Temperatur vermehrt, der die Gaſe ausgeſetzt waren, indem letztere hiedurch ſich mit noch mehr Waſſerdämpfen beladen muſsten, wie bei der gewöhnlichen Temperatur. Aus dieſem Geſichtspunkt betrachtet, kann man annehmen, daſs durch die Verſuche der HH. de La Roche und Berard wohl die Wärmecapacitäten für die verſchiedenen Gaſe, in ihrem beim Siedepunkt mit Waſſer vereinigten Zuſtand, beſtimmt wurden, keineswegs aber dieſelbe für die Gaſe im trocknen Zuſtand und bei der gewöhnlichen Temperatur.

Der Apparat, den ich jetzt beſchreiben werde, wird, wie man vielleicht finden mag, die Vorzüge dieſer beiden Methoden vereinigen und frei von ihren Mängeln ſeyn.

Er beſteht aus zwei hohlen Cylindern von Meſſing (Fig. 1), von denen jeder einen Stempel ein-

Digitized by Google

ſchlieſst, die beide durch Hebel von gleicher Länge an einer Welle befeſtigt ſind. An der Spindel befindet ſich noch ein dritter in einen Handgriff auslaufender Hebel, um ſie durch einen Gehülfen bewegen zu laſſen. Die Cylinder ſind an beiden ihrer Enden verſchloſſen, ausgenommen da, wo die zum Fortgeführen das Gaſes beſtimmten Röhren eingeſetzt wurden. Vier Ventile ſind auf die Art an jedem Cylinder angebracht, wie man, obgleich es ſchwer zu beſchreiben iſt, leicht durch die Zeichnung erſieht (Fig. 1). Eine jede Bewegung des Stempels zwängt eine gewiſſe Menge Gas durch die Röhren, ſo daſs der Apparat mittelſt einer noch hinzugefügten Klappe, doppelt ſo viel Luft ausführt, als eine Pumpe von gewöhnlicher Bauart.

Die Theile, welche unmittelbar mit den 4 Klappen in Verbindung ſtehen, endigen ſich in 2 Röhren, durch deren eine die Luft, während der Bewegung des Apparates, in einem conſtanten und nahe gleichförmigen Strom ausgetrieben wird, während durch die andere die Luft, welche den Heizungsapparat und das Calorimeter durchſtrömt hat, in den Cylinder zurückkehrt, um auf dem erſten Wege wieder ausgetrieben zu werden. Der eben erwähnte Heizungsapparat beſteht aus einem ungefähr 16 Zoll langen und mit heiſsem Waſſer gefüllten Metallgefäſse, durch das die Röhren ſtreichen, welche die aus dem Cylinder vertriebene Luft aufnehmen. Um verſichert zu ſeyn, daſs die Gaſe genau die Temperatur des im Gefäſse enthaltenen Waſſers annehmen, ſind die Röhren dreimal in dem Gefäſse herumgeführt,

bevor ſie hinaustreten. Mittelſt einer unter das Gefäſs geſtellten Lampe, kann man die Temperatur des Waſſers auf jeden erforderlichen Punkt erhöhen. Die letztere Anordnung war indeſs mehr aus Rückſicht auf eine gewiſſe Uebereinkunft, als aus Nothwendigkeit angebracht, da, wie man leicht aus der Art des Experimentirens ſehen wird, eine feſte Temperatur nicht erforderlich war.

Auſserdem wurden zwei Calorimeter angewandt, welche den zuvor beſchriebenen der HH. de La Roche und Berard ähnlich waren. Jedes von dieſen ſtand mit der Röhre in Verbindung, durch welche das Gas aus den Cylindern in den Heizapparat getrieben ward, gleich wie mit der, welche die Luft zu den Cylindern zurückführte. Alle dieſe Röhren waren von Metall und luftdicht gearbeitet.

Der Apparat kann folglich als aus zwei geſonderten Theilen beſtehend betrachtet werden, die genau einander ähnlich ſind und von denen jeder eine gleiche Gasmenge, zwar durch gemeinſchaftlichen Heizapparat, aber durch getrennte Calorimeter wegführt.

Die Verbindungsröhren zwiſchen dem Heizapparat und den Calorimetern waren einen Zoll lang, und jede von ihnen beſaſs eine Oeffnung, durch welche man, um die Temperatur der Gaſe bei ihrem Eintritt in die Calorimeter meſſen zu können, ein empfindliches Thermometer hineinbrachte.

Jedes Calorimeter war in einem polirten Metallgefäſse eingeſchloſſen, um die Entweichung oder Abſorbtion des Wärmeſtoffes während des Verſuches ſoviel wie möglich zu verhindern. Die letzteren ſtanden

Digitized by Google

überdiefs in einem Gefäfse, das mit Waffer gefüllt war, welches man in beftändiger Bewegung erhielt, damit die Calorimeter nichts durch die ungleiche Temperatur der Wände des Zimmers litten.

Um das Füllen des Apparates mit Gas zu erleichtern, war jede das Gas zurückführende Röhre mit einem Hahne verfehen, durch den man den Gasftrom unterbrechen konnte. Auch war an jeder Seite diefer Hähne noch ein kleinerer angebracht, durch welchen, wenn man ihn öffnete, die Röhren mit der äufsern Luft in Verbindung gefetzt wurden.

Wenn man alfo den gröfsern Hahn verfchloffen und die kleineren geöffnet hatte, fo mufste bei Bewegung der Mafchine nothwendig die Luft durch einen der kleineren Hähne ein- und durch den andern ausftrömen, fo dafs die Luft in dem Apparat beftändig erneuert ward. Um folglich den Apparat mit Gas zu füllen, war nichts weiter nöthig, als durch eine Röhre, angebracht an dem kleineren zum Einftrömen der Luft beftimmten Hahn, eine Verbindung zwifchen dem Gafometer oder dem das Gas enthaltenden Recipienten und dem Apparat herzuftellen. Gewöhnlich fchaffte ich jedoch bei diefer Operation die Luft durch eine Luftpumpe aus dem Apparate fort, und öffnete alsdann den Hahn, der mit dem, das erforderliche Gas enthaltenden, Recipienten in Verbindung ftand. Nach mehrmaliger Wiederholung diefer Operation fand ich das Gas in der Mafchine, faft eben fo rein wie das, was der Gafometer enthielt.

Durch geringes Nachdenken über die, etwas weitläufig fcheinende, Befchreibung des Apparates oder

Digitized by Google

durch Anſchauung der Zeichnung, wird man wahrnehmen, daſs die in den beiden Theilen der Maſchine enthaltenen Gaſe unter völlig gleichen Umſtänden vorhanden ſind. Denn, die in einer gegebenen Zeit durch die Calorimeter geleiteten Gasmengen waren die nämlichen; die Temperatur der umgebenden Mittel und der barometriſche Druck waren gleich; eben ſo muſste die Temperatur der Gaſe die nämliche ſeyn, weil ſie durch das nämliche heizende Mittel gingen, und endlich war auch die Form der Röhren, Cylinder, Calorimeter und Ventile in beiden Theilen der Maſchine einander gleich.

Mithin muſsten die Temperaturen, welche die beiden einem vergleichenden Verſuch unterworfenen Gaſe mitgetheilt hatten, im geraden Verhältniſs zu deren Wärmecapacitäten ſtehen *); vorausgeſetzt, daſs keine inproportionale Wärmemenge durch die Calori-

*) Wenn man erhitztes Gas ein Calorimeter von der ſo eben beſchriebenen Art durchſtrömen läſst, ſo erhöht ſich die Temperatur des letzteren bis zu einem gewiſſen Grad, der aber ſtets unter dem liegt, welchen das Gas zuvor beſaſs. Die Temperatur dieſes Maximums hängt ab von der Beſchaffenheit der Oberfläche und dem Leitungsvermögen des Calorimeters, ſo wie von der Temperatur des umgebenden Mittels; ſie tritt dann ein, wenn das Calorimeter eben ſo viel Wärme an die Umgebung verliert, als er von dem zugeführten Gaſe gewinnt. Da nun innerhalb einer gewiſſen Gränze, der Wärmeverluſt eines Körpers proportional iſt dem Ueberſchuſſe ſeiner Temperatur über die der kälteren Umgebung, ſo iſt es auch die Wärmemenge, welche dieſem Verluſte gleich iſt und in den obigen Verſuchen durch das Gas herbeigeſchafft wird. Auf dieſem Principe beruhen die Verſuche der HH. de La Roche und Berard, ſo wie die ihnen nachgebildeten des Hrn. Haycraft. *P.*

Digitized by Google

meter, vermöge der verſchiedenen Temperatur der umgebenden Körper entſtanden war.

Dieſe Fehlerquelle war durch die vom Grafen Rumford erdachte Anordnung vermieden, zufolge welcher die Temperatur des umgebenden Mittels zu Anfang des Verſuches eben ſo hoch über die des Calorimeters ſtehen ſoll, als am Ende des Verſuches unter derſelben *).

Die Gasmenge, welche während der Bewegung (eines einmaligen Ganges (*P.*)) des Stempels durch das Calorimeter getrieben ward, betrug 12 Kubikzoll, und da dieſe Bewegungen nach einem im Zimmer aufgehängten Sekundenpendel regulirt, 120 mal in einer Minute wiederholt wurden, ſo betrug die ganze während einer Minute durch den Calorimeter getriebene Gasmenge 1440 Kubikzoll. Man braucht indeſs dieſe Mengen nicht in Rechnung zu ziehen, da ſie für jedes dem Verſuche unterworfene Gas genau die nämliche iſt.

Meine Thermometer waren von Hrn. Adie zu Edinburgh verfertigt. Jeder Grad war in 5 Theile getheilt, von einer ſolchen Gröſse, daſs man ſie durch Augenmaaſs wiederum in 4 Theile, alſo den Grad in 20 Theile theilen konnte, wenn man hier die Unvollkommenheiten eines jeglichen Inſtruments überſieht.

Jedes Calorimeter war mit einem Thermometer verſehen, und die Kugel deſſelben hatte einen gleichen Abſtand von jeder der 4 (6? *P.*) Seiten des erſteren.

*) Die hieher gehörige Bemerkung Rumfords findet ſich in den Annal. B. XXXXIV. S. 8. *P.*

Zwei kleinere Thermometer waren ſo angebracht, daſs man durch ſie die Temperatur des Gaſes bei ſeinem Eintritt in das Calorimeter und bei ſeinem Austritt aus demſelben beſtimmen konnte. Ferner befand ſich eins in dem Heizapparat und ein anderes in dem Waſſer, welches die Calorimeter umgab.

Nachdem ich beide Calorimeter mit Waſſer von der Temperatur 42° (Fahrenheit) und den Heizapparat mit Waſſer von nahe 180° gefüllt hatte, lieſs ich in jeden Theil des Apparates atmoſphäriſche Luft eintreten. Die Stempel wurden darauf ſo lange in Bewegung geſetzt, bis die Calorimeter, mit einer Abweichung von etwas mehr als $\frac{1}{20}$ Grad, eine Temperatur von 84° erreicht hatten. So war alſo die Temperatur eines jeden Calorimeters um 42° geſtiegen, abgerechnet die Correction von einem $\frac{1}{800}$tel des Ganzen, die von den übrigen Unvollkommenheiten der Inſtrumente weit übertroffen wird. Der Zweck dieſes Verſuches war, die Genauigkeit des Apparates zu prüfen, und ward zu verſchiedenen Zeiten mit demſelben Erfolg wiederholt. Bei den folgenden Verſuchen ward ich durch meinen Freund, dem Dr. Clendinning, unterſtützt, welchem ich viel zu ihrem Gelingen ſchuldig bin.

Verſuche mit Kohlenſäure-Gas.

Der Theil des Apparates, welchen ich *A* nennen will, ward mit Kohlenſäure gefüllt, bereitet aus kohlenſaurem Kalke; der Theil *B* hingegen mit gemeiner Luft. In jedem der Cylinder war in einem beſonderen Gefäſse eine Quantität von ſehr trocknem ſalzſauren Kalk aufgeſtellt, um ſo die Gaſe völlig von ih-

Digitized by Google

ren Wasserdämpfen zu befreien. Die Calorimeter wurden mit Wasser von 42° und das Heizgefäfs mit Wasser von $149\frac{19}{22}$° Temperatur gefüllt. Die Resultate waren folgende:

	Temperatur des Calor. *A.* durch welches Kohlensäure geleitet ward.	Temperatur des Calor. *B.* durch welches atmosph. Luft geleitet ward.	Specifische Wärme der Kohlensäure, abgeleitet aus dem Vergleich der Temperaturerhöhungen. Die der Luft gleich 10000 gesetzt.
		No. 1.	
Zu Anfange d. Versuchs	42° Fahr.	42° Fahr.	9730
Nach 15 Minut.	68,10	68,80	
		No. 2.	
Zu Anfange	42,05	42,05	9919
Nach 15 Minut.	66,50	66,70	
		No. 3.	
Zu Anfange	42,00	42,00	10035
Nach 40 Minut.	71,50	71,40	
		No. 4.	
Zu Anfange	45,00	45,00	10021
Nach 35 Minut.	68,25	68,20	
		No. 5.	
Zu Anfange	45,70	45,75	10000
Nach 25 Minut.	63,20	63,30	

Man wird aus diesen Resultaten sehen, dafs die beiden ersten Versuche für das Kohlensäure-Gas eine geringere Wärmecapacität anzeigen als für die gemeine Luft; die 3 letzten hingegen, welche nicht merklich von einander abweichen, beiden eine gleiche Capacität beilegen, wenn wir aus den Angaben das Mit-

Digitized by Google

tel ziehen. Die Urſache, weshalb die erſten beiden Verſuche eine ſchwächere Capacität anzeigen, ſuche ich darin, daſs die Gaſe nicht völlig von Waſſerdämpfen befreit waren. Bei den Verſuchen, die ich im letzten Jahre machte, beobachtete ich, daſs man das Gas wenigſtens 35 Minuten lang der Einwirknug des Chlorcalciums überlaſſen müſſe, bevor es dieſelbe ſpecifiſche Wärme als die gemeine Luft zeige. Dieſs iſt nicht der Fall mit allen übrigen Gaſen, woraus ich ſchlieſsen möchte, daſs dieſes (das Kohlenſäure-Gas (*P.*)) eine gröſsere Verwandtſchaft zu den Waſſerdämpfen hat.

Das im Gaſometer enthaltene Gas enthielt, wie es Kalkwaſſer anzeigte, 99 pro Cent Kohlenſäure-Gas, dasjenige, was nach den Verſuchen aus dem Apparat gezogen ward, gab durch dieſelbe Probe 90 pr. C. Beim Eintritt in das Calorimeter beſaſsen die Gaſe, wie es die Thermometer anzeigten, eine gleiche Temperatur. Bemerkenswerth iſt jedoch, daſs dieſe Temperatur um mehrere Grad niedriger zu ſeyn ſchien, als die des Waſſers im Heizapparate, welches die Gaſe durchſtrichen hatten. Man wird ſich dieſes aber leicht erklären, wenn man bedenkt, daſs ein Thermometer niemals die wahre Temperatur eines Gaſes (oder Dampfes) anzeigen kann, welches für ſich ſelbſt der Radiation der Wärme oder Kälte von den umgebenden Körpern ausgeſetzt iſt. Dieſes Umſtandes wegen zeigten die Thermometer eine niedrigere Temperatur als die wahre, denn ſie muſsten nothwendiger Weiſe den Calorimetern ziemlich nahe geſetzt werden, in welchen das Waſſer um faſt 100° kälter war, als die Gaſe. Aus demſelben Grunde ſchienen die

Digitized by Google

aus den Calorimetern tretenden Gafe eine etwas niedrigere Temperatur zu haben als die Calorimeter ſelbſt, indem ſie von Gegenſtänden umgeben waren, deren Temperatur geringer war als die der Calorimeter.

Verſuche mit Sauerſtoffgas.

Nachdem der Theil *A* mit einem, aus Manganhyperoxyd bereiteten, Sauerſtoffgafe gefüllt war, und die übrigen zuvor erwähnten Anordnungen getroffen worden, wurden folgende Reſultate erhalten:

No. 1.

Zu Anfang des Verſuches	45°,12	45°,25	
Nach 5 Minuten	61,80	61,75	10000
- 10 - -	67,10	67,05	10000
- 15 - -	71,00	70,90	10019
- 20 - -	74,45	74,45	9982

No. 2. *)

Zu Anfang des Verſuches	56°,6	56°,4	
Nach 10 Minuten	66,16	66,14	10000
- 15 - -	71,00	70,18	10000
- 20 - -	74,20	74,10	10000

*) Die Herausgeber der Annal. de Chim. et Phyſ. machen bei ihrer Ueberſetzung dieſer Abhandlung mit Recht die Bemerkung daſs bei Aufzeichnung der in dieſem Verſuche enthaltenen Temperaturangaben ein Irrthum vorgefallen ſey. Die Bruchtheile der Fahrenheit'ſchen Grade, welche im Original durchgängig in Zwanzigſtel (welche hier der Deutlichkeit wegen ſtets in Decimalbrüche verwandelt wurden) als gemeine Brüche ausgedrückt ſind, nehmen beim zweiten Verſuch, in den 3 erſten Zeilen, plötzlich die Form der Decimalbrüche an. Nicht unwahrſcheinlich iſt es, daſs letztere ebenfalls Zwan-

Digitized by Google

Die Temperatur der Gaſe bei ihrem Eintritt in den Calorimeter war für jedes derſelben 137°. Das im Gaſometer vor der Anfüllung des Apparates enthaltene Gas, zeigte durch eine Probe mit Schwefelkalk 98 pro Cent Sauerſtoffgas. Nach Beendigung des Verſuches enthielt das Gas im Apparat 91 pro Cent von dieſem.

Verſuche mit dem Waſſerſtoffgaſe.

Das Waſſerſtoffgas wurde mittelſt Schwefelſäure und Zink durch Waſſerzerſetzung gewonnen, und mit ihm der Theil *B* gefüllt. Bei den nachſtehenden Verſuchen wurden die beiden Calorimeter mit Waſſer von gleicher Temperatur gefüllt, und der Proceſs entweder ſo lange fortgeſetzt, bis die Temperatur der Calorimeter zu ſteigen aufhörte, oder bis dieſelbe zu ſinken begann. Der letzte Umſtand tritt alsdann ein, wenn die durch die Gaſe mitgetheilte Wärme genau derjenigen gleich iſt, welche durch das kältere umgebende Mittel fortgenommen wird. Die Zahl der Temperaturgrade, welche alsdann jedes Gas in ſeinem Calorimeter zeigt, wird das Verhältniſs ſeiner Kraft ſeyn, Wärme fortzulaſſen, und mithin auch das ſeiner Capacität für Wärme.

zigſtel bedeuten ſollen, und dann wären die Zahlen der erſten Vertikalcolonne reſpective: 56,30; 66,80; 71,00; die der zweiten: 56,20; 66,70; 70,90; wodurch alsdann die auf der 3ten Zeile enthaltene Differenz beträchtlich verringert würde. Bei den mit Hydrogengaſe angeſtellten Verſuchen wäre aus gleichem Grunde ſtatt der mit (?) bezeichneten Zahl zu leſen: 58,30. *P.*

Digitized by Google

Die Temperatur des Calorimeters *A* war zu Anfange des Verſuches nahe 50°, und nach 105 Minuten 82°,75. Die des Calorimeters *B* (welches wahrſcheinlich anfangs gleiche Temperatur mit *A* beſaſs (*P.*)) war 82°,20 und die des umgebenden Mittels 60°,45. Die verhältniſsmäſsige Capacität des Waſſerſtoffgaſes ergiebt ſich hiedurch zu 9864, deren Differenz mit der der atmoſphäriſchen Luft ſo geringfügig iſt, daſs man beide als gleich betrachten kann, vor allem wenn man Rückſicht nimmt auf das gröſsere Verhältniſs der Erwärmung des erſten Gaſes und auf das ſchwächere ſeines Erkaltens zu Ende des Verſuches, wie man dieſs aus der folgenden Tafel erſehen wird:

	Temperatur von *A* enthaltend atmoſphär. Luft	Temperatur von *B* enthaltend Waſſerſtoffgas	abgeleitete Capacität
	No. 1.		
Zu Anfange des Verſuches	50°	50°	
Nach 5 Minuten	59	58,6 (?)	
- 10 - -	67,80	66,70	
- 15 - -	71,80	70,20	
- 20 - -	75,00	73,20	
- 25 - -	77,80	76,00	
- 30 - -	79,00	77,30	
- 31 - -	80,60	78,50	
- 40 - -	81,60	80,15	
- 45 - -	82,40	81,00	
- 50 - -	83,00	82,45	
- 55 - -	83,05	82,40	
- 60 - -	83,10	82,60	
- 65 - -	83,15	82,80	
- 70 - -	82,80	82,50	

Digitized by Google

No. 2.

Zu Anfange des Verſuches	49°,40	49.35	
Nach 5 Minuten	55,30	55,50	10500
- 10 - -	60,00	60,40	10424
- 15 - -	64,50	64,40	9950
- 20 - -	67,10	67,10	10002
- 25 - -	69,20	69,15	10000

Nach Beendigung des Verſuches ſchien die Luft, wie es die Verpuffung mit Oxygen anzeigte, 88 pro Cent Waſſerſtoffgas zu enthalten *).

Aus dieſen beiden Verſuchen läſst ſich erſehen, daſs der Waſſerdampf, welchen man in dem Hydrogengaſe vorausſetzen kann, bevor dieſes durch den ſalzſauren Kalk hinlänglich ausgetrocknet iſt, die ſpe-

*) Der Apparat, welchen ich am beſten zum Verpuffen der Gaſe geeignet fand, iſt eine Modification von dem Heber-Eudiometer des Dr. Ure. Es iſt nämlich in dem maſſiven Boden eines Queckſilberbehälters ein Loch, von der Form eines umgekehrten Hebers auf die Art gebohrt, daſs es einerſeits in dem das Queckſilber enthaltenden Theile, und anderſeits auf dem Rande des Behälters in freier Luft mündet. An der letzten Oeffnung iſt ein Glasrohr angekittet, und an der zweiten ſchlieſst ein graduirtes Eudiometer genau. Soll dieſer Apparat gebraucht werden, ſo füllt man auf gewöhnlichem Wege die graduirte Röhre und ſtellt dieſelbe auf die Verbindungsöffnung des Behälters. Hierauf ſchüttet man Queckſilber in das andere Rohr, ſo lange bis es gleiche Höhe hat mit dem in der graduirten Röhre. Darauf verſchlieſst man die offene Röhre mit dem Finger und leitet den elektriſchen Funken durch das Gas. Nach der Exploſion gieſst man in die offene Röhre Queckſilber, bis zu derſelben Höhe, zu welcher es im Eudiometer geſtiegen iſt, und lieſt alsdann die Grade ab.

Digitized by Google

cifiſche Wärme zu erhöhen ſcheint, genau dem entgegen, was man erwarten könnte. Bei dem erſten Verſuche zeigte es 5 Minuten nach Anfange deſſelben eine Capacität von 9222, welche ſehr nahe der von den HH. de La Roche und Berard angegebenen gleich iſt; aber in dem Maaſse als der Verſuch fortſchritt und das Waſſerſtoffgas länger mit dem Chlorcalcium in Berührung war, näherte ſich ſeine ſpecifiſche Wärme der der atmoſphäriſchen Luft, bis ſie zu Ende derſelben gleich war.

Der zweite Verſuch ward mit demſelben Waſſerſtoffgas in ſeinem trockenſten Zuſtande angeſtellt, weshalb auch während der ganzen Dauer deſſelben die ſpecifiſche Wärme dieſes Gaſes unverändert blieb. Bei dieſem Verſuche kenne ich keine Fehlerquelle, da die Gaſe bei ihrem Eintreten in die Calorimeter genau dieſelbe Temperatur beſaſsen.

Verſuche mit dem Stickgaſe.

Hinſichtlich des Stickgaſes erwähne ich nur, daſs ich mit dieſem im vorigen Jahre dieſelben Verſuche anſtellte, und die Reſultate völlig den eben beſchriebenen ähnlich waren; ſie alle ſtimmten darin überein, daſs das Gas ſeinem Volumen nach, dieſelbe ſpecifiſche Wärme als die atmoſphäriſche Luft, nämlich 10000, beſitzt, und daher hielt ich es für überflüſſig ſie zu wiederholen.

Verſuche mit Kohlenwaſſerſtoffgas.

Bei meinen früheren Verſuchen über das Kohlenwaſſerſtoffgas, verſchaffte ich mir daſſelbe durch Zerſetzung der Steinkohle, und ich ſchloſs, daſs es

Digitized by Google

gleiche Capacität mit der atmoſphäriſchen Luft habe. Seit der Zeit habe ich indeſs gefunden, daſs die Capacität dieſes Gaſes ſehr ſtark variirt, je nach dem Wege, auf welchem man es dargeſtellt hatte. Das aus Steinkohlen bereitete ſchien nahe die normale Capacität zu beſitzen, hingegen das aus der Zerſetzung des thieriſchen Fettes, mittelſt Hitze, gewonnene Gas eine viel gröſsere Capacität beſaſs. Aus den folgenden Verſuchen ſcheint es jedoch, daſs das Oelbildende Gas ſeine erhöhte Capacität den empyreumatiſchen oder ätheriſchen Dämpfen verdankt, mit welchen es in der Regel verbunden iſt.

No. 1.

Dieſen Verſuch leitete ich auf dieſelbe Art wie den erſten mit dem Waſſerſtoffgaſe. Der Theil *B* ward mit dem Oelbildenden Gaſe *) gefüllt, welches ich aus den Gasröhren einer öffentlichen Geſellſchaft erhielt. Die Calorimeter enthielten zu Anfange des Verſuches Waſſer von der Temperatur 5o°, und nach Verlauf von 5o Minuten hatte das Calorimeter *A* ein Maximum der Temperatur von 92°,35, und das von *B* ein Maximum von 93°,6o erreicht. Die Temperatur des umgebenden Mittels war dabei 66°,4o.

No. 2.

Die Calorimeter hatten zu Anfange des Verſuches eine Temperatur von 52°,25; nach 55 Minuten hatte das Calorimeter *A* die Temperatur von 92°,5o,

*) d. h. mit dem aus der Zerſetzung des Oels gewonnenen Gaſe? (*P.*)

und *B* die von 94°,20. Das umgebende Mittel besaſs eine Temperatur von 65°. Das Mittel aus diesem und dem vorhergehenden Versuche, giebt dem Kohlenwasserstoffgase eine specifische Wärme von 10559. Obgleich die Resultate dieser beiden Versuche nicht völlig mit denen übereinstimmen, welche ich früherhin gemacht hatte, so ist doch der Unterschied sehr gering und kann der gröſseren Reinheit des früher angewandten Gases von empyreumatischem Dämpfe zugeschrieben werden. Dieſs wird durch die folgenden Versuche noch wahrscheinlicher.

No. 3.

Der Theil *B* des Apparates ward mit einem Kohlenwasserstoffgase gefüllt, welches durch die trockne Destillation von Hammelfett gewonnen war. Die Calorimeter wurden mit Wasser von der Temperatur 50°,75 gefüllt. Nach Verlauf von 40 Minuten hatte das Calorimeter, durch welches das Oelbildende Gas strömte, sein Maximum der Temperatur von 95°, und das andere das von 88°,50 erreicht, wobei das umgebende Medium eine Temperatur von 65°,10 besaſs. Hierdurch ergab sich für die specifische Wärme des Oelbildenden Gases: 12777.

Daſs das aus thierischen Fetten gewonnene Gas mehr empyreumatische Dämpfe enthält, ist aus seinen Eigenschaften klar, wodurch man sich auch erklären kann, daſs seine specifische Wärme gröſser ist, als die des Steinkohlengases. Die Gase besaſsen zu Ende des Versuches völlig gleiche Temperatur mit einander, wie bei ihrem Eintritt in die Calorimeter. (. The gases, at the end of the experiment were

Digitized by Google

exactly of the same temperature as when entering into the calorimeters. (?))

No. 4.

Der letzte Verſuch ward mit der Abänderung wiederholt, daſs man das Oelbildende Gas aus Alkohol und Schwefelſäure darſtellte. Nach 25 Minuten hatte das Calorimeter *A* eine Temperatur von 74°,20, und das Calorimeter *B* eine von 75°,50 (75°,10 im Original, als $75\frac{18}{28}$ geleſen (*P.*)); das umgebende Mittel beſaſs die Temperatur von 54°, und folglich war die Capacität des Oelbildenden Gaſes 10643.

No. 5.

Eine Wiederholung des Verſuches gab zum Reſultat: 10674. Das Mittel dieſes und des vorhergehenden Verſuches iſt 10658 und zeigt, daſs die Capacität des Oelbildenden Gaſes aus Alkohol bereitet, gleich der des Gaſes aus Steinkohlen iſt.

No. 6.

Um zu erfahren ob die ätheriſchen oder empyreumatiſchen Dämpfe im Oelbildenden Gaſe einen Einfluſs auf deſſen ſpecifiſche Wärme beſitzen, brachte ich einige Tropfen Schwefeläther in den Theil des Apparates, welcher atmoſphäriſche Luft enthielt, damit letztere eben ſo wie das (aus Alkohol bereitete (*P.*)) Oelbildende Gas mit Aetherdämpfen geſchwängert ſey. Der Theil *B* enthielt wie zuvor das Oelbildende Gas. Nach 40 Minuten hatten beide Calorimeter eine Temperatur von 85°,15 erreicht, während die des umgebenden Mittels 61°,20 betrug. Man kann

Digitized by Google

hieraus alſo den Schluſs ziehen, daſs der ätheriſche Dampf es iſt, welcher die ſpecifiſche Wärme des Oelbildenden Gaſes erhöht.

Verſuche über ausgeathmete Luft.

Nachdem ich im letzten Jahre mehr als 10 Verſuche gemacht hatte, welche zeigten, daſs Gemenge von Kohlenſäure mit atmoſphäriſcher Luft, die bei 100° F. mit Waſſer geſättigt worden, eine geringere Wärmecapacität beſitzen, als atmoſphäriſche Luft unter den gewöhnlichen Umſtänden, und mir dieſe ſonderbare Thatſache einiges Licht auf den Proceſs des Athmens der Thiere zu werfen ſchien: ſo füllte ich den Theil *B* mit Luft aus der Lunge und den Theil *A* mit atmoſphäriſcher Luft. Der Heizapparat ward mittelſt einer Lampe auf eine Temperatur zwiſchen 97°,50 und 100°,50 gehalten. Nach Verlauf von 35 Minuten erreichte das Calorimeter, welches die ausgeathmete Luft durchſtrich, eine Temperatur von 59°,20, und das andere die von 61°,20; das umgebende Mittel beſaſs eine Temperatur von 54°,16, und folglich betrug die Capacität der ausgeathmeten Luft 6875.

No. 2.

Bei einer Wiederholung dieſes Verſuches, bei welcher das Calorimeter *A* von 56°,10 auf 58°,50, und *B* von 56°,15 auf 57°,80 ſtieg, ergab ſich für die ausgeathmete Luft, wie beim letzten Verſuch, eine Capacität von 6875.

Es wird nicht unpaſſend ſeyn hier noch zu erwähnen, daſs bei meinen früheren Verſuchen Miſchun-

gen von Kohlenſäure und atmoſphäriſcher Luft, bei verſchiedenen Temperaturen, und mit verſchiedenen Mengen Dampf verbunden, Capacitäten von 3333; 6666; 9999 und 13333 zeigten. Es war meine Abſicht dieſe Verſuche auf eine ſolche Art zu wiederholen, daſs ich die Umſtände beſtimmen konnte, unter welchen dieſe Veränderungen der Capacitäten Statt fanden; durch mehrere andere Beſchäftigungen wurde ich aber daran verhindert. Ich muſs jedoch bemerken, daſs die beiden letzten Verſuche anzuzeigen ſcheinen, die Capacität der ausgeathmeten Luft falle mit dem zweiten Gliede dieſer Reihe zuſammen, wenn man die Verſchiedenheit des Vergleichungsmittels in Betracht zieht. Denn bei den früheren Verſuchen diente nichtgetrocknete atmoſphäriſche Luft zum Vergleiche, während bei den letzteren die ſorgfältig getrocknete dazu gebraucht ward.

Es findet auch eine merkwürdige Uebereinſtimmung Statt, zwiſchen dieſer letzt genannten Reihe von Capacitäten eines Gaſes mit verſchiedenem Waſſergehalte, und den Expanſivkräften einer Luft, welche ebenfalls mit verſchiedenen Antheilen Waſſerdämpfen geſchwängert iſt. Nachdem ich mir eine Glaskugel verſchafft hatte, mit der eine Röhre auf ſolche Art verbunden war, daſs wenn man ein wenig Queckſilber in die Kugel ſchüttete und nun die Expanſivkraft der Luft im übrigen Theil der Kugel erhöhte, das erſtere ſogleich in der Röhre emporſtieg: ſo füllte ich die Kugel mit Luft von 60° und tauchte ſie darauf in ſiedendes Waſſer. In einer kurzen Zeit ſtieg das Queckſilber in der Röhre zu einer Höhe von 7 Zoll. Dieſer Verſuch ward mit der Abänderung

Digitized by Google

wiederholt, dafs man zu der Luft in der Kugel einige Tropfen Waſſer brachte. Nach dem Eintauchen in ſiedendes Waſſer ſtieg das Queckſilber bis zu 21 Zoll, und hernach, als man eine neue Quantität Waſſer in die Kugel brachte, ſtieg es auf 28 Zoll. Einige Monate ſpäter als dieſe Verſuche wiederholt wurden, ſtieg das Queckſilber in einem Augenblick auf 14 Zoll. So haben wir eine Reihe von Expanſivkräften der mit Waſſerdämpfen geſchwängerten Luft von 7, 14, 21, und 28 Zoll.

Auf dieſes Princip habe ich ein *neues Luftthermometer* erdacht. In der Form iſt daſſelbe dem von Hrn. Prof. Leslie erdachten Differentialthermometers ähnlich. Eine Kugel enthält atmoſphäriſche Luft, getrocknet durch Chlorcalcium, die andere aber dieſelbe im gewöhnlichen Zuſtand. Zwiſchen beiden Kugeln befindet ſich eine Säule von Terpentinöl. Sobald ſich die Temperatur der Luft erhöht, ſteigt die Säule auf Seite der trocknen Kugel. Nach einiger Zeit ſchien jedoch das Inſtrument ſeine Kraft verloren zu haben, und nach einer längeren Periode hatte die Kugel mit der trocknen Luft, die gröſsere Expanſivkraft. Ich erklärte dieſs dadurch, dafs ich annahm, der Terpentinöldampf habe ſich in Verlauf der Zeit mit der trocknen Luft vereinigt und dieſer eine gröſsere Expanſivkraft gegeben. Dieſs Thermometer iſt ſehr empfindlich; indeſs ſind ſeine Grade von einer beträchtlichen Ungleichheit und ſcheinen ſich mit der Zeit zu verändern. Zwei Kugeln von Platina mit Waſſerſtoffgas gefüllt, in die eine etwas Queckſilber gethan und beide alsdann auf dieſelbe Art verbunden, würden wahrſcheinlich für die, bis zum Schmelzpunkt

Digitized by Google

des Platins gehenden Temperaturen, ein genaues Pyrometer darstellen.

Es giebt noch eine andere Bedingung, unter welcher die Luft einer sehr grofsen Verschiedenheit in der specifischen Wärme fähig ist, nämlich die, wenn ihre Dichte nicht dieselbe ist, diese mag nun durch Druck oder eine andere Ursache abgeändert seyn. Das Zunehmen der Capacität der Luft unter einem schwächern Druck, ist nicht unpassend zur Erklärung der grofsen Kälte gebraucht, welche in den oberen Regionen der Atmosphäre herrscht, und eben so hat man durch die, mit Vergröfserung des Druckes, abnehmende Capacität auf eine genügende Art die unter diesen Umständen entwickelte Hitze erklärt. Diese Grundsätze sind, so viel ich weifs, jedoch nicht zur Erklärung der intensiven Hitze gebraucht, welche bei der Verbrennung des Schiefspulvers und anderer explosiver Mischungen frei wird. Denken wir jedoch einen Augenblick nach, so werden wir finden, dafs der Widerstand, welchen die Luft der Ausdehnung des durch die Verbrennung frei gewordenen Gases entgegensetzt, letzteres in einen Zustand von Dichte versetzt, den sie nicht erreichen würde, wenn die Luft auswiche. Während dieses Zustandes von mächtiger Zusammendrückung, wenn ich mich dieses Ausdruckes bedienen mag, geschieht es, dafs die Wärme entwickelt wird. Nach der ersten Explosion werden jedoch die gasigen Producte ausgedehnt, und es findet alsdann nothwendig eine Absorbtion von Wärme mit gleichzeitiger Kälteerzeugung Statt. Um zu untersuchen, ob bei der Verbrennung des Schiefspulvers eine be-

Digitized by Google

ſtändige Entwickelung von Wärmeſtoff Statt hat, machte ich den folgenden Verſuch.

Ich nahm einen Recipienten, der 528 Kubikzoll faſste, füllte denſelben mit Waſſer von 52° Temperatur, und brachte ihn in eine pneumatiſche Wanne; die Temperatur der umgebenden Luft war ebenfalls 52°. Nun führte ich 240 Kubikzoll von dem gasförmigen Körper hinein, welcher während der Verbrennung eines zu pyrotechniſchen Verſuchen gebräuchlichen Schieſspulvers erzeugt war. Nach der Exploſion hatte das in dem obern Theile des Recipienten befindliche Gas eine Temperatur von nahe 54° erreicht, und das Waſſer nicht völlig ſoviel. Dieſer Verſuch zeigt, daſs obgleich bei der Verbrennung des Schieſspulvers Hitze erzeugt wird, ihre Menge dennoch nicht ſo groſs iſt, wie man ſich dachte. Indeſs, wenn gleich es nicht durch directe Verſuche bewieſen werden konnte, daſs die Producte der Verbrennung des Schieſspulvers eine gröſsere ſpecifiſche Wärme beſitzen als die Beſtandtheile des letzteren, ſo ſoll dennoch die Erzeugung der Hitze während der Verbrennung nicht als Einwurf gegen die Hypotheſen von Black und Crawford gebraucht werden. Aus der Anſicht der Tafel über die ſpecifiſche Wärme der verſchiedenen Körper ergiebt es ſich als ſehr wahrſcheinlich, daſs jene elaſtiſchen Produkte eine geringere Capacität beſitzen, als die Beſtandtheile des Schieſspulvers, aus welchen ſie erzeugt wurden. So z. B. hat das Stickgas, welches ¾ der elaſtiſchen Produkte ausmacht, eine Capacität von 2669, und die Kohlenſäure, welche ein Drittel der Produkte ausmacht, nach meinen Verſuchen, eine Capacität von nur 1751; die des Waſſers als 10000 ge-

Digitized by Google

ſetzt. Salpeterſäure von 1,1354 ſpecifiſchem Gewicht hat eine Capacität von 5760. Mithin bilden Stickgas und Sauerſtoffgas, welche durch die Zerſetzung eines der Beſtandtheile erzeugt wurden, elaſtiſche Produkte, deren Capacitäten noch nicht die Hälfte von der desjenigen Beſtandtheiles ausmacht, welcher, zufolge der Hypotheſe von Black, die Hitze entwickeln ſollte. Dieſes findet ſelbſt dann Statt, wenn wir auf die geringere Capacität Rückſicht nehmen, welche die Salpeterſäure in ihrem Zuſtande als Beſtandtheil des ſalpeterſauren Kali's beſitzt.

Eben ſo mag die intenſive Hitze eines Gebläſeofens durch eine ſolche gewaltſame Compreſſion bedingt werden, denn es iſt allen Sachverſtändigen bekannt, daſs dieſe Hitze nicht in geradem Verhältniſs zu dem verbrauchten Brennmaterial ſteht, ſondern in einem zuſammengeſetzteren. Man kann dieſs auf folgende Art erklären: 1) Iſt eine gewiſſe Luftmenge gezwungen mit den glühenden Kohlen in Berührung zu treten und dadurch ſeine Temperatur plötzlich auſserordentlich zu erhöhen. 2) Durch dieſen Umſtand würde ſie ſich eben ſo ſchleunig ausdehnen, wenn nicht der atmoſphäriſche Druck zugegen wäre. 3) Wenn dieſe Ausdehnung Statt gefunden hätte, ſo würde die Luft eine vergröſserte Capacität erlangt haben; folglich eine beträchtliche Menge der durch die Verbrennung entwickelten Wärme verſchluckt und die Intenſität der letzteren geſchwächt worden ſeyn. 4) Da aber durch den Druck (Widerſtand (P)) der Atmoſphäre, die erhitzte Luft verhindert wird ſich im Verhältniſs der erlangten Temperatur auszudehnen, ſo wird die Abſorbtion

Digitized by Google

des Wärmeſtoffes geſchwächt und eine gröſsere Menge der durch die Verbrennung erzeugten Hitze frei. Obgleich alſo die totale Menge des durch die Verbrennung entwickelten Wärmeſtoffes in einem geraden Verhältniſs zu dem verbrauchten Brennmaterial ſteht, ſo wird dennoch die Intenſität der thermometriſchen Hitze im Augenblick und am Orte der Verbrennung nach einem zuſammengeſetzten Verhältniſſe gröſser ſeyn, welches direct vom Drucke der Atmoſphäre und umgekehrt von der Zeit der Ausdehnung der Luft im Blaſebalg abhängt. Dieſe Zeiten verhalten ſich natürlich umgekehrt, wie die Intenſität des Luftſtroms. Die thermometriſche Hitze wird alſo im Augenblick und am Orte der Verbrennung in einem zuſammengeſetzten Verhältniſſe zu der Menge des verbrauchten Brennmaterials, zu dem Gewichte der Atmoſphäre und zu der in einer gegebenen Zeit im Blaſebalg verbrauchten Luft ſtehen. Dieſelbe Regel findet auch für die ſogenannten Windöfen (Chimney Furnaces) Statt. Die Erfahrung hat es gezeigt, daſs bei den Dampfmaſchinen diejenigen Oefen, durch welche in einer gegebenen Zeit eine groſse Luftmenge ſtreicht, verhältniſsmäſsig eine geringe Quantität von Brennmaterial verbrauchen und denſelben Effekt hervorbringen. Wahrſcheinlich lieſsen ſich bei dieſen Maſchinen die Gebläſeöfen vortheilhaft anwenden, um den Bedarf des Brennmaterials zu vermindern.

Obgleich die vorgehenden Verſuche meiner anfänglichen Erwartung, daſs das Sauerſtoffgas dem Volumen nach dieſelbe ſpecifiſche Wärme beſitzt wie das Kohlenſäure-Gas, nicht zu entſprechen ſcheinen, ſo

Digitized by Google

folgt doch keinesweges aus jenen, dafs nicht Wärmeſtoff bei Bildung des Kohlenſäuregaſes im Verbrennungsproceſs entwickelt werde. Dieſe Bildung beruht nicht auf einer Verwandlung des Sauerſtoffes in Kohlenſäure, ſondern auf einer Vereinigung zweier Stoffe zu einem Gemiſche, welches die nämliche abſolute Wärmecapacität, wie die eines ſeiner Beſtandtheile, nämlich des Sauerſtoffgaſes, beſitzt; folglich ward die abſolute Wärme des Kohlenſtoffes gänzlich frei.

Die directen Reſultate dieſer Verſuche zeigen:

1) *Dafs die ſpecifiſchen Wärmen aller Gaſe, welche unterſucht wurden, ſich umgekehrt verhalten wie ihre ſpecifiſchen Gewichte* *).

*) Vorausgeſetzt, dafs die Gewichtsmengen der angewandten Gaſe die nämlichen ſind, wie ſich dieſes aus der Gleichheit der ſpecifiſchen Wärme ergiebt, für den Fall, dafs die Gasarten gleiche Volumina und Elaſticitäten beſitzen, folglich ihre Gewichtsmengen ſich direct wie ihre ſpecifiſchen Gewichte verhalten. Es verdient übrigens bemerkt zu werden, dafs bei Hrn. Haycraft die Gaſe wohl zu je zwei in gleichem Volumen und unter gleichem Druck dem Verſuche unterworfen wurden, der Druck aber nicht conſtant war, und dafs mithin aus ſeinen Reſultaten folgt, die Gröſse k, der vorigen Abhandlung, oder das Verhältniſs der ſpecifiſchen Wärme unter conſtantem Druck zu der unter conſtantem Volumen, ſey für alle Gasarten gleich. Hr. Gay-Luſſac, deſſen anfängliche Reſultate (in dieſen Annal. Bd. 45. S. 321) mit denen des Hrn. Haycraft übereinſtimmten, glaubte ſpäter (d. Ann. Bd. 48. S. 392) die ſeinigen widerrufen zu müſſen, und ward darin durch die Arbeit der HH. de La Roche und Berard unterſtützt. Die HH. Dulong und Petit, welche in neuerer Zeit die ſpecifiſche Wärme einiger Metalle und des Schwefels mit groſser Genauigkeit

2) Dafs die Gafe ihre Wärmecapacitäten verändern, wenn fie mit Dämpfen des Waffers oder fonftigen Stoffen verbunden find, und für einige Fälle

durch die Zeit ihres Erkaltens feftfetzen, fanden dabei das fchöne Gefetz: dafs die Wärmecapacitäten diefer Stoffe multiplicirt mit deren Atomen- (Mifchungs-) Gewicht nahe ein, für alle, conftantes Produkt geben, wenn die letzteren Faktoren beim Kobalt, Wismuth, Zinn, Silber, Gold, und Platin mit verfchiedenen fehr einfachen Zahlen multiplicirt werden. Sie glaubten die Willkührlichkeit, die in gewiffer Hinficht bei den Aequivalentzahlen der einfachen Stoffe vorhanden ift, zugleich durch die Annahme entfernen zu können, dafs diejenigen Zahlen den Vorzug verdienten, welche mit der Wärmecapacität multiplicirt jenes beftändige Produkt hervorbringen, und fchloffen überdiefs, dafs das bei den feften Körpern gefundene Gefetz unabhängig von der Form (dem Aggregatzuftand) der Körper fey, fobald man letztere nur unter gleichen Umftänden unterfuche. Sie ftützten fich hiebei auf die Refultate der HH. de La Roche und Berard, die für das Sauerftoffgas und Stickgas nahe mit diefem Gefetze übereinftimmende Wärmecapacitäten gegeben hatten.

Schon früher ftellte Dalton das Gefetz auf, dafs fich die Wärmecapacitäten der Gafe umgekehrt wie die Atomengewichte derfelben verhalten, was, wie man fieht, mit den von Hrn. Haycraft aufgefundenen Refultaten übereinftimmt, da die fpecififchen Gewichte der Gafe entweder gänzlich mit den Atomengewichten zufammenfallen oder nur fehr einfache Multipla von ihnen find. Die Herausgeber der Annal. de Chim. et Phyfique, von denen Hr. Gay-Luffac durch feine eigenen Unterfuchungen ein fo gewichtiges Urtheil über diefen Gegenftand befitzt, fcheinen übrigens zu zweifeln, dafs das obige Gefetz auf die zufammengefetzten Gafe eine Anwendung finde. Was endlich Hr. Haycraft in dem letzteren Theile feiner Abhandlung aufgeftellt hat, ift ficher manchem Einwurfe ausgefetzt; ich enthalte mich indefs jeder Bemerkung darüber, um dem Urtheile der Lefer nicht vorzugreifen. *P.*

Digitized by Google

wahrſcheinlich nach einer regelmäſsigen arithmetiſchen Progreſſion, wenn die Expanſivkraft der Gaſe, im Zuſtande der Vereinigung mit verſchiedenen Dampfmengen, nach einem ähnlichen Verhältniſſe fortſchreitet.

Das wichtigſte Reſultat für den Phyſiologen iſt: daſs die ausgeathmete Luft, bei einer zwiſchen 95° und 100°,5 fallenden Temperatur, eine geringere ſpecifiſche Wärme beſitzt, als die atmoſphäriſche Luft. Mehrere Verſuche, von welchen hier nicht das Einzelne beigebracht ward, haben gezeigt, daſs die ausgeathmete Luft bei einer Temperatur von 102° und darüber, ſo wie bei einer Temperatur von 91° und darunter, eine gleiche Wärmecapacität mit der gemeinen Luft beſitzt. Ich würde Anſtand nehmen dieſe Reſultate zu behaupten, wenn mich nicht die im Verlaufe mehrerer Monate oft wiederholten Verſuche, in meinen Schlüſſen beſtärkt hätten.

Digitized by Google

V.

Allgemeine Bemerkungen über die Temperaturen des Erdkörpers und des Raumes, in welchem ſich die Planeten bewegen;

von

Herrn Fourier *).

Die Unterſuchung über die Temperatur der Erde, eine der merkwürdigſten und ſchwierigſten in der ganzen Phyſik, beſteht aus ziemlich verſchiedenen Elementen, welche unter einem allgemeinen Geſichtspunkte betrachtet werden müſſen. Ich habe es für nützlich gehalten die Hauptreſultate der Theorie zuſammenzuſtellen; das analytiſche Detail derſelben laſſe ich fort, da es ſich bereits in den von mir herausgegebenen Werken befindet **) und ich hier nur wünſchte, den Phyſikern eine gedrängte Ueberſicht der Erſcheinungen nebſt ihren mathematiſchen Beziehungen vorzulegen.

*) Nach d. Annal. de Chim. et Phyſ. XXVII. 136.

**) Hr. Fourier bezieht ſich unſtreitig zunächſt auf ſein groſses unter dem Titel: *Traité analytique de la Chaleur*, Paris 1822. erſchienenes Werk. Zu bemerken iſt, daſs wir auch dem verewigten Tralles eine hieher gehörige analytiſche Unterſuchung verdanken (Ueber die Erwärmung der Erde durch die Sonne; in den Abhandlungen der K. Akademie zu Berlin für 1813—19), die aber nicht gut eines Auszuges fähig iſt. *P.*

Digitized by Google

Die Wärme des Erdkörpers entſpringt aus drei verſchiedenen Quellen, welche man nothwendig zuvor unterſcheiden muſs:

1) Wird die Erde durch die Sonnenſtrahlen erwärmt, deren ungleiche Vertheilung die Verſchiedenheit der Klimate erzeugt.

2) Nimmt die Erde Theil an der, den planetariſchen Räumen gemeinſamen Temperatur, indem ſie der Beſtrahlung jener Unzahl von Geſtirnen ausgeſetzt iſt, die von allen Seiten das Sonnenſyſtem umgiebt.

3) Bewahrt die Erde in ihrem Innern noch einen Theil jener urſprünglichen Wärme, die ſie zur Zeit beſaſs, als ſie mit den übrigen Planeten gebildet wurde.

Wir werden jede dieſer drei Urſachen mit den Erſcheinungen aus ihnen für ſich betrachten.

Unſer Sonnenſyſtem befindet ſich in einer Gegend des Weltalls, von der alle Punkte eine gemeinſchaftliche und unveränderliche Temperatur beſitzen, erzeugt durch die Licht- und Wärmeſtrahlen, welche die umgebenden Geſtirne ausſenden. Dieſe niedere Temperatur des planetariſchen Himmels liegt nur wenig unter der, welche in den Polargegenden unſerer Erde herrſcht. Die Erde würde mit dem Himmel eine gleiche Temperatur beſitzen, wenn ſie nicht durch zwei Urſachen erwärmt würde.

Die erſte derſelben iſt die innere Wärme, welche die Erde zur Zeit ihrer Entſtehung beſaſs, und von der ſie nur einen Theil durch ihre Oberfläche entweichen lieſs. Die zweite Urſache liegt in der beſtändigen Einwirkung der Sonnenſtrahlen, welche die

Digitized by Google

ganze Maſſe durchdringen und an der Oberfläche die Verſchiedenheit der Klimate unterhalten.

Die urſprüngliche Wärme des Erdkörpers hat keine merkliche Wirkung an der Oberfläche; im Innern der Erde kann ſie aber auſserordentlich groſs ſeyn. Die Temperatur der Oberfläche überſchreitet den Werth, welchen ſie zuletzt erreichen muſs, nicht um $\frac{1}{30}$ eines Grades des hunderttheiligen Thermometers. Im Anfange verminderte ſie ſich ſehr raſch; gegenwärtig aber geſchieht die Abnahme mit einer überaus groſsen Langſamkeit.

Die bis jetzt geſammelten Beobachtungen ſcheinen anzuzeigen, daſs die verſchiedenen Punkte einer und derſelben ins Innere der Erde geführten Vertikallinie um ſo erhitzter ſind, als die Tiefe gröſser iſt, und man hat berechnet, daſs die Temperatur auf 30 bis 40 Meter um einen Grad zunimmt. Ein ſolches Reſultat ſetzt im Innern eine ſehr hohe Temperatur voraus; ſie kann nicht von der Wirkung der Sonnenſtrahlen erzeugt worden ſeyn; erklärt ſich hingegen naturgemäſs durch die der Erde bei ihrem Entſtehen eigenthümliche Wärme.

Dieſer Anwuchs von ungefähr einem Grad auf 32 Meter, iſt nicht beſtändig, ſondern nimmt fortdauernd ab; es müſſen aber viele Jahrhunderte verflieſsen, ehe er auf die Hälfte ſeines gegenwärtigen Werthes herabſinkt.

Wenn etwa andere bisher unbekannte Urſachen die nämlichen Thatſachen erklären könnten, und die Erdwärme andere allgemeine oder zufällige Quellen hätte, ſo wird man ſie durch Vergleich der Beobachtungen mit den Reſultaten dieſer Theorie entdecken.

Digitized by Google

Die Wärmeſtrahlen, welche die Sonne unaufhörlich auf den Erdkörper ſendet, erzeugen auf dieſem zwei ſehr verſchiedene Wirkungen. Die eine iſt periodiſch und verbleibt ganz in der äuſsern Fläche; die andere iſt beſtändig und läſst ſich an tieferen Orten beobachten, z. B. bei 30 Metern unterhalb der Oberfläche. Die Temperatur dieſer Orte erleidet im Laufe des Jahres keine merkliche Veränderung, ſie iſt bleibend; aber nach den Klimaten ſehr verſchieden. Sie entſteht durch die beſtändige Wirkung der Sonnenſtrahlen und durch die Ungleichheit, mit welcher die Theile der Oberfläche, vom Aequator bis zu den Polen, derſelben ausgeſetzt ſind. Man kann die Zeit beſtimmen, welche verflieſsen muſste, bevor die Sonnenſtrahlen die jetzt beobachtete Verſchiedenheit der Klimate erzeugen konnten. Alle dieſe Reſultate ſtimmen mit jenen Theorien der Mechanik überein, welche uns die Stabilität der Rotationsaxe der Erde kennen lehrten. Die periodiſche Wirkung der Sonnenſtrahlen beſteht aus täglichen und jährlichen Veränderungen. Dieſe Ordnung der Thatſachen wird genau und in ihrem ganzen Detail durch die Theorie dargeſtellt. Der Vergleich der Reſultate der letzteren mit den Beobachtungen, dient zur Meſſung des Leitungsvermögens der Subſtanzen, welche die Erdrinde ausmachen.

Das Daſeyn der Atmoſphäre und der Gewäſſer macht im Allgemeinen die Vertheilung der Wärme gleichförmiger. Im Ocean wie in den Seen ſtreben die kälteren oder vielmehr die dichteren Theile beſtändig nach den tieferen Gegenden, und die Bewegung der Wärme, welche durch dieſe Urſache erzeugt

Digitized by Google

werden, ſind im Allgemeinen viel raſcher als die, welche in feſten Subſtanzen durch deren Leitungsvermögen bewirkt wird. Die mathematiſche Unterſuchung dieſes Vorganges erfordert genaue und ſehr zahlreiche Beobachtungen. Letztere ſind geeignet zu zeigen, wie durch dieſe inneren Bewegungen verhindert wird, daſs die Wirkung der eigenen Wärme der Erde in der Tiefe des Waſſers merkbar iſt.

Die Flüſſigkeiten ſind ſehr ſchlechte Leiter für die Wärme, aber ſie haben wie die luftförmigen Stoffe die Eigenſchaft, dieſelbe ſehr ſchnell nach gewiſſen Richtungen fortzuführen. Die nämliche Eigenſchaft in Verbindung mit der Centrifugalkraft iſt es, welche alle Theile des Oceans und der Atmoſphäre bewegt und untereinander mengt; ſie unterhält in dieſen die regelmäſsigen und unermeſslich groſsen Strömungen.

Die Dazwiſchenkunft der Luft ändert die Wirkungen der Wärme auf der Oberfläche merklich ab. Die Sonnenſtrahlen, welche die durch ihr eigenes Gewicht verdichteten Schichten der Atmoſphäre durchdringen, erhitzen dieſelben ſehr ungleich; die, welche am lockerſten ſind, ſind auch die kälteſten, weil ſie nur einen geringen Theil der Strahlen verlöſchen und verſchlucken. Die als Licht anlangende Wärme der Sonne beſitzt die Eigenſchaft die feſten und flüſſigen Körper, welche durchſichtig ſind, zu durchdringen; verliert dieſelbe aber faſt gänzlich, wenn ſie ſich durch ihre Mittheilung an die irdiſchen Gegenſtände, in dunkle ſtrahlende Wärme verwandelt hat.

Dieſe Verſchiedenheit der leuchtenden und dunklen Wärme erklärt die Temperaturerhöhung, welche

Digitized by Google

durchſichtige Körper verurſachen. Die Waſſermaſſe, welche einen groſsen Theil der Erde bedeckt, und das Eis an den Polen, ſetzten der zuſtrömenden leuchtenden Wärme weniger Hinderniſſe entgegen, als der dunklen Wärme, welche nach entgegengeſetzter Richtung in den äuſsern Raum zurückkehrt. Die Gegenwart der Atmoſphäre erzeugt eine Wirkung gleicher Art, welche aber, weil es an vergleichenden Beobachtungen gebricht, im jetzigen Zuſtand der Theorie nur ungenau beſtimmt werden konnte. Wie dem auch ſey, ſo viel ſteht nicht zu bezweifeln, daſs die Einwirkung der Sonnenſtrahlen auf einen feſten Körper von ſehr groſser Ausdehnung, nicht viel von derjenigen Temperatur abweicht, welche man mit einem Thermometer beobachtet, das unmittelbar den Sonnenſtrahlen ausgeſetzt iſt.

Die Strahlung der höhern Schichten der Atmoſphäre, deren Kälte ſehr groſs und nahe beſtändig iſt, hat Einfluſs auf alle von uns beobachteten meteorologiſchen Erſcheinungen. Sie kann durch Zurückſtrahlung an der Fläche von Hohlſpiegeln noch merklicher gemacht werden. Die Gegenwart der Wolken, welche dieſe Strahlen auffangen, mäſsigen die Kälte der Nächte.

Man ſieht, daſs die Oberfläche der Erde eingeſchloſſen iſt zwiſchen einer feſten Maſſe, deren innere Temperatur die Glühhitze überſteigen mag, und einem unendlich groſsen Raum, deſſen Temperatur unter dem Gefrierpunkt des Queckſilbers liegt.

Alle vorhergehenden Schlüſſe finden auch bei den übrigen Planeten ihre Anwendung. Man kann ſie als in einem Mittel befindlich anſehen, deſſen ge-

Digitized by Google

meinſchaftliche Temperatur conſtant und wenig niedriger iſt, als die an den Polen der Erde. Die nämliche Temperatur beſitzen auch die entfernteren Planeten, denn für dieſe iſt der Eindruck der Sonne, ſelbſt wenn er durch die Beſchaffenheit der Oberflächen vergröſsert wird, zu ſchwach um eine merkliche Wirkung hervorzubringen; und wir wiſſen durch den Zuſtand unſerer Erde, daſs bei den Planeten, die nicht jünger, wie dieſe ſind, keine, durch eigne Wärme veranlaſste Temperaturerhöhung an deren Oberfläche Statt finden kann.

Eben ſo wahrſcheinlich iſt es, daſs für den gröſsten Theil der Planeten die Temperatur ihrer Pole nur wenig über der des Raumes erhöht liegt. Was die mittlere, durch die Sonnenwirkung erzeugte Temperatur dieſer Körper betrifft, ſo iſt ſie nicht bekannt, weil ſie von dem etwaigen Daſeyn einer Atmoſphäre und dem Zuſtande der Oberfläche abhängt. Man kann ſelbſt nur auf eine genäherte Art die mittlere Temperatur bezeichnen, welche die Erde, an die Stelle dieſer Planeten geſetzt, erreichen würde.

Nach dieſer Auseinanderſetzung, wollen wir die verſchiedenen Theile unſerer Aufgabe nach und nach unterſuchen, und zuvor eine Bemerkung beibringen, welche ſich auf alle dieſe Theile erſtreckt, da ſie auf die Natur der Differenzialgleichungen gegründet iſt, welche die Bewegung der Wärme darſtellen. Sie beſteht darin, daſs jede von den von drei Urſachen bedingten Wirkungen für ſich berechnet werden können, gleich als wenn jede allein vorhanden wäre. Es reicht alsdann hin die partiellen Wirkungen zu vereinigen; ſie

Digitized by Google

gehen frei durcheinander wie die unendlich kleinen Oscillationen der Körper.

Wir werden zunächſt die Hauptreſultate beſchreiben, welche von der fortgeſetzten Einwirkung der Sonnenſtrahlen auf die Erde entſtehen.

Bringt man ein Thermometer zu einer beträchtlichen Tiefe unterhalb der Oberfläche der feſten Erde z. B. bis zu 40 Meter, ſo zeigt dieſes Inſtrument eine feſte Temperatur. Dieſe Thatſache läſst ſich überall auf der Erde beobachten. Dieſe Temperatur in der Tiefe iſt für einen gegebenen Ort conſtant; aber nicht die nämliche in den verſchiedenen Klimaten. Sie nimmt im Allgemeinen ab, ſo wie man ſich den Polen nähert.

Beobachtet man die Temperatur der näher an der Oberfläche, z. B. in einer Tiefe von einem 5 oder 10 Meter, liegenden Punkte, ſo findet man, daſs dieſelbe während der Dauer eines Tages oder Jahres veränderlich iſt. Die Erdſchale, in welcher dieſe Veränderungen vor ſich gehen, laſſen wir aber zuvor unberückſichtigt, denken ſie uns als fortgenommen, und betrachten nur die feſten Punkte der neuen Erdoberfläche.

Man ſieht ein, daſs die Maſſe nach Maaſsgabe wie ſie die vom Brennpunkt ausgegangene Wärme empfing, ihren Zuſtand verändern muſste. Ihre inneren Temperaturen ſchritten dadurch allmählig einem Endzuſtande entgegen, welcher keinen Veränderungen unterworfen iſt. Alsdann erlangte jeder Punkt der feſten Kugel eine beſtimmte Temperatur, welche nur von ſeiner Lage abhängt.

Der endliche Zuſtand einer Maſſe, die von der Wärme in allen Theilen durchdrungen ward, iſt ge-

Digitized by Google

nau mit dem eines Gefäfses zu vergleichen, welches oben aus einer conſtanten Quelle mit einer Flüſſigkeit verſehen wird, und unten eine gleiche Menge durch ein oder mehrere Oeffnungen wieder ausflieſsen läſst.

Eben ſo ward die Sonnenwärme im Innern der Erde angehäuft und daſelbſt beſtändig erneuert. Sie durchdringt die Theile an der Oberfläche in der Nachbarſchaft des Aequators und entweicht in die Polargegenden. Die erſte Aufgabe dieſer Art, welche ich der Rechnung unterwarf, befindet ſich in einer Abhandlung, welche ich am Ende des Jahres 1807 dem Inſtitute vorlas und in deſſen Archive niedergelegt iſt. Damals behandelte ich dieſe Aufgabe, um ein merkwürdiges Beiſpiel der Anwendung von der in der Abhandlung entwickelten neuen Theorie zu geben, und um zu zeigen wie die Analyſis die Wege kennen lehre, welche die Sonnenwärme im Innern der Erde befolgt.

Wenn man ſich nun die obere Erdſchale wiederhergeſtellt denkt, deren Punkte in keiner hinlänglichen Tiefe liegen, als daſs ſie eine feſte Temperatur beſitzen könnten, ſo bemerkt man eine zuſammengeſetztere Ordnung der Erſcheinungen, von welchen unſere Analyſe einen vollſtändigen Ausdruck giebt. In einer Tiefe von 3 oder 4 Meter verändert ſich, wie man beobachtet hat, die Temperatur im Verlaufe eines Tages nicht, aber ſie verändert ſich merklich im Laufe des Jahres; ſie ſteigt und ſinkt abwechſelnd Die Gröſse dieſer Variationen, d. h. die Differenz zwiſchen dem Maximum und Minimum der Temperatur, iſt nicht dieſelbe in allen Tiefen; ſie iſt um ſo geringer, als der Abſtand von der Oberfläche beträchtli-

Digitized by Google

cher ist. Die verschiedenen Punkte einer und derselben Vertikallinie erreichen nicht zu derselben Zeit die Temperaturgränzen. Die Gröfse dieser Variationen, die Jahreszeiten, welche den höchsten, den mittlern und den niedrigsten Temperaturen entsprechen, verändern sich mit der Lage eines Punktes in der Vertikale. Das nämliche gilt von den Wärmemengen, welche abwechselnd auf- und niedersteigen; alle diese Werthe haben gewisse Beziehungen zu einander, welche durch die Beobachtungen gezeigt und durch die Analysis sehr deutlich ausgedrückt werden. Die Resultate der Beobachtung stimmen mit denen überein, welche die Theorie liefert; es giebt keine Erscheinung, die vollständiger erklärt wäre als diese. Die mittlere jährliche Temperatur irgend eines Punktes der Vertikale, d. h. der mittlere Werth aller der, welche im Verlaufe eines Jahres an diesem Punkte beobachtet wurden, ist unabhängig von der Tiefe. Sie ist die nämliche für alle Punkte der Vertikale, und folglich diejenige, welche man unmittelbar unter der Oberfläche beobachtet; dies ist die feste Temperatur der tiefen Orte.

Es ist klar, dafs wir bei Aufstellung dieses Satzes die innere Wärme der Erde nicht in Betracht ziehen, und folglich mit um so gröfserem Rechte auch nicht die zufälligen Umstände, welche dies Resultat für einen gegebenen Ort abändern könnten. Unser Hauptzweck ist, die allgemeinen Erscheinungen kennen zu lernen. Wir sagten früher, dafs die verschiedenen Wirkungen gesondert betrachtet werden könnten. Wir müssen auch in Bezug auf die in der genannten Abhandlung beigebrachten numerischen Berechnun-

Digitized by Google

gen bemerken, dafs ſie nur als Beiſpiele der Rechnung dienten. Die meteorologiſchen Beobachtungen, welche die nöthigen Angaben liefern könnten, ſo wie die Beobachtungen über die Capacität und das Leitungsvermögen der Körper für die Wärme, ſind zu ungewifs und in zu engen Gränzen eingeſchloſſen, als daſs man gegenwärtig aus der Rechnung genaue Reſultate ableiten könnte. Um die Anwendung der Formeln zu erläutern, habe ich Zahlenbeiſpiele gebraucht, welche auch zugleich eine richtigere Idee von den Erſcheinungen geben, als die allgemeinen Ausdrücke für ſich.

In den der Oberfläche ſehr nahe gelegenen Theilen ſteigt und ſinkt das Thermometer während eines jeden Tages. Dieſe täglichen Veränderungen hören in einer Tiefe von 2 oder 3 Meter auf, merklich zu ſeyn. Unterhalb derſelben kann man nur die jährlichen Veränderungen bemerken, und ſelbſt dieſe verſchwinden in einer gröſseren Tiefe.

Wenn die Erde ſich mit einer beträchtlich gröſsern Geſchwindigkeit um ihre Axe oder um die Sonne drehte, ſo würden die täglichen und jährlichen Variationen nicht mehr zu beobachten ſeyn, und die Punkte der Oberfläche die feſte Temperatur der tiefen Orte erreichen und behalten. Im Allgemeinen hat die Tiefe, in welcher die Variationen aufhören merklich zu ſeyn, ein einfaches Verhältnifs zur Dauer der Periode, welche dieſelben Erſcheinungen auf die Oberfläche verſetzt. Dieſe Tiefe iſt genau proportional der Quadratwurzel jener Periode. Aus dieſem Grunde dringen die täglichen Variationen nur bis zu einer Tiefe ein, die 29 mal geringer iſt als die, in

Digitized by Google

welcher man noch jährliche Veränderungen wahrnimmt.

Die Aufgabe über die periodiſche Bewegung der Sonnenwärme ward zum erſten Male in einer beſonderen, dem Inſtitute im October 1809 überlieferten Schrift behandelt. Ich habe dieſe Löſung wiederholt in einer zu Ende des Jahres 1811 eingeſandten und den Memoiren einverleibten Abhandlung.

Die nämliche Theorie giebt Mittel, die totale Wärmemenge zu meſſen, welche im Laufe eines Jahres die Abwechslungen der Jahreszeiten beſtimmt. Bei Auswahl dieſes Beiſpieles für die Anwendung der Formeln hatte ich den Zweck zu zeigen, daſs eine gewiſſe nothwendige Bedingung exiſtirt zwiſchen dem Geſetz der periodiſchen Variationen und der totalen Wärmemenge, welche dieſe Oscillation vollführt; ſo daſs, wenn dieſes Geſetz für ein gegebenes Klima durch Beobachtungen bekannt iſt, man daraus die Wärmemenge ableiten kann, welche in die Erde dringt und in die Luft zurückkehrt. Indem ich ein ähnliches Geſetz beobachtete, wie das, was ſich im Innern der Erde einſtellt, fand ich die folgenden Reſultate:

Anderthalb Monate hernach, nachdem die Temperatur der Oberfläche bis zu ihren mittlern Werth geſtiegen iſt, beginnt die Erde ſich zu erhitzen; die Sonnenſtrahlen durchdringen dieſelbe während 6 Monate. Hierauf nimmt die Wärme der Erde eine entgegengeſetzte Bewegung an, und verbreitet ſich wieder in der Luft und dem äuſsern Raum. Die Menge der Wärme, welche dieſen Oscillationen im Verlauf eines Jahres unterworfen iſt, wird durch den Calcul ausgedrükt. Wenn die Erdrinde aus einer metalli-

Digitized by Google

ſchen Subſtanz gebildet wäre, z. B. aus Schmiedeeiſen (eine Maſſe, die ich als Beiſpiel gewählt habe, da man bei ihr die ſpecifiſchen Coëfficienten gemeſſen hat), ſo würde die Wärme, welche z. B. für das Klima von Paris die Abwechſelung der Jahreszeiten erzeugt, auf jedem Quadratmeter Fläche, gleich ſeyn derjenigen, welche eine Eisſäule von der nämlichen Baſis und von $3^{m},1$ Höhe ſchmelzt. Obgleich man noch nicht den Werth der Coëfficienten für diejenigen Subſtanzen beſtimmt hat, aus welchem unſere Erde gebildet iſt, ſo ſieht man doch leicht, daſs ſie bei weitem ein geringeres Reſultat geben würden, als das eben angezeigte. Es iſt proportional der Quadratwurzel aus dem Produkte der, auf das Volumen bezogenen, Wärmecapacität mit dem Leitungsvermögen.

Laſst uns nun die zweite Urſache der Erdwärme betrachten, welche wir in den Räumen der Planeten vorausſetzten. Die Temperatur dieſes Raumes, genau geſprochen, iſt diejenige, welche ein Thermometer zeigen würde, wenn man ſich die Sonne mit den ſie umgebenden Planeten als nicht vorhanden dächte und das Inſtrument in irgend einem Punkt des zuvor von dem Sonnenſyſtem eingenommenen Raumes anbrächte.

Wir werden nun die vorzüglichſten Thatſachen angeben, welche das Daſeyn der den Planetenräumen eigenen Wärme, unabhängig von der Gegenwart der Sonne und der urſprünglichen Erdwärme, auffinden lehren. Um zur Kenntniſs dieſes beſonderen Phänomens zu gelangen, muſs man unterſuchen, was der thermometriſche Zuſtand der Erdmaſſe ſeyn würde, wenn dieſe nur Sonnenwärme erhielte; und um dieſe Unterſuchung zu erleichtern, kann man zuvor anneh-

Digitized by Google

men, die Atmoſphäre ſey nicht vorhanden. Wenn es nun keine beſondere Urſache gäbe, welche den planetariſchen Räumen eine gemeinſchaftliche und beſtändige Temperatur mittheilte, d. h. wenn die Erde mit den übrigen Körpern des Sonnenſyſtems in einem von aller Wärme befreiten Raume befindlich wären, ſo würde man Erſcheinungen beobachten, die den bekannten völlig widerſprächen. Die Polargegenden würden eine ungeheure Kälte erleiden, und die Temperaturabnahme von dem Aequator zu den Polen unvergleichlich raſcher und ausgedehnter ſeyn.

Bei dieſer Hypotheſe einer abſoluten Kälte des Raumes, wenn es möglich iſt eine ſolche anzunehmen, würden alle Wärmeerſcheinungen, welche wir an der Erdoberfläche wahrnehmen von der Gegenwart der Sonne abhängen. Die geringſten Unterſchiede in dem Abſtande dieſes Geſtirnes von der Erde würden ſehr beträchtliche Veränderungen in der Temperatur erzeugen. Die Abwechslung der Tage und Nächte würde plötzliche und durchaus von der Erfahrung abweichende Wirkungen erzeugen. Die Oberfläche der Körper würde beim Eintreten der Nacht augenblicklich eine unendlich heftige Kälte erleiden, und die belebten Weſen ſo wie die Pflanzen würden keiner ſo ſtarken und ſchleunigen Einwirkung, die beim Aufgang der Sonne eine entgegengeſetzte Richtung annähme, widerſtehen können. Die urſprüngliche Wärme im Innern der Erde würde nichts zur äuſsern Temperatur des Raumes beitragen und nichts an den ſo eben beſchriebenen Wirkungen verändern, da wir ſowohl durch Theorie als durch Erfahrung mit Sicherheit wiſſen, daſs der Einfluſs dieſer Centralwärme ſeit

langer Zeit an der Oberfläche unmerklich geworden ist, obgleich er in einer mittlern Tiefe sehr grofs seyn kann.

Aus diesen verschiedenen Bemerkungen, und vorzüglich aus der mathematischen Betrachtung der Aufgabe, schliefsen wir, dafs beständig eine physikalische Ursache vorhanden ist, welche die Temperaturen an der Erdoberfläche abändert und der ganzen Erde eine Fundamentalwärme mittheilt, die unabhängig von ihrer ursprünglichen im Innern bewahrten Wärme, und unabhängig von der Einwirkung der Sonne ist. Diese feste Temperatur, welche die Erde von dem Raume empfängt, weicht wenig von derjenigen ab, welche man an den Erdpolen beobachtet. Sie ist nothwendig geringer als die Temperatur, welche den kältesten Gegenden zukömmt; doch darf man bei dieser Vergleichung nur gewisse Beobachtungen zulassen, und nicht die zufälligen Umstände in Betracht ziehen, welche eine sehr heftige Kälte veranlassen können, wie z. B. Verdampfung, heftige Winde und aufserordentliche Ausdehnungen der Luft.

Nachdem wir das Daseyn dieser Fundamentalwärme erkannt haben, ohne welche die Erscheinungen der an der Oberfläche der Erde beobachteten Wärme unerklärbar wären, fügen wir noch hinzu, dafs der Ursprung derselben, so zu sagen, für sich klar ist. Sie entsteht nämlich durch die Strahlung aller Körper des Universums, deren Licht und Wärme bis zu uns gelangen kann; die Gestirne, welche wir mit blofsen Augen wahrnehmen, die unzählbare Menge der teleskopischen Sterne oder dunklen Körper, welche das

Digitized by Google

Weltall füllen, die Atmoſphären, mit welchen dieſelben umgeben ſind, die lockere in den verſchiedenen Theilen des Raumes zerſtreuete Materie, tragen ſämmtlich dazu bei Strahlen zu bilden, die alle Theile unſerer Planetenregionen durchdringen. Die unendlich groſse Anzahl der Körper hebt die Ungleichheiten in den Temperaturen der einzelnen auf und macht die Irradiation mehr gleichförmig.

Dieſe Temperatur des Raumes iſt nicht die nämliche in den verſchiedenen Regionen des Univerſums, doch verändert ſie ſich nicht innerhalb denjenigen, in welchen die Bahnen der Planeten liegen, da deren Ausdehnungen unvergleichlich kleiner ſind, als die Abſtände, welche dieſe ſtrahlenden Körper von letzteren trennen. Mithin trifft die Erde in allen Punkten ihrer Bahn dieſelbe Temperatur des Himmels an.

Gleiches gilt von den übrigen Planeten unſers Sonnenſyſtems; ſie alle nehmen gleichmäſsig Theil an der gemeinſchaftlichen Temperatur, und für jeden derſelben wird dieſe, zufolge ſeines Abſtandes von der Sonne, durch die Strahlen der letzteren erhöht. Was die Aufgabe betrifft, die Temperatur anzugeben, welche ein jeder Planet erreichen muſs, ſo ſind Nachſtehendes die Principien, welche eine genaue Theorie darüber geliefert hat. Die Intenſität und die Vertheilung der Wärme an der Oberfläche eines Planeten hängt ab, von der Entfernung dieſes Körpers von der Sonne, von der Neigung ſeiner Umdrehungsaxe gegen ſeine Bahn und von der Beſchaffenheit der Oberfläche. Sie iſt ſelbſt in ihrem mittlern Werthe ſehr von der verſchieden, welche ein iſolirtes Thermometer, am Orte

Digitized by Google

des Planeten, zeigen würde; denn der Zuſtand der Feſtigkeit, die ſehr groſse Ausdehnung und ohne Zweifel die Gegenwart der Atmoſphäre, ſo wie die Natur der Fläche beſtimmen dieſen mittleren Werth.

Die urſprüngliche Wärme, welche ſich im Innern der Maſſe erhielt, hat längſt aufgehört eine merkliche Wirkung auf der Oberfläche auszuüben. Denn der gegenwärtige Zuſtand der Erdrinde zeigt uns, daſs die urſprüngliche Wärme ſeiner Oberfläche faſt gänzlich entwichen iſt. Wir betrachten es zufolge der Anordnung unſers Sonnenſyſtems als ſehr wahrſcheinlich, daſs die Temperatur der Pole aller oder wenigſtens der meiſten Planeten wenig niedriger iſt, als die des Raumes. Dieſe Temperatur der Pole iſt die nämliche für alle dieſe Körper, obgleich ihre Abſtände von der Sonne ſehr ungleich ſind.

(Die Fortſetzung folgt.)

Digitized by Google

VI.

Nachträgliche Bemerkung zu dem in Heft 2. Bd. 76 enthaltenen Aufsatz über den Harmotom;

vom

Dr. Wernekink zu Giefsen.

Neuerdings ward in der Gegend von Annerode der Harmotom in concentrifch gruppirten Kryftallen gefunden, welche Art des Vorkommens andern Körpern der Zeolith-Familie fo gewöhnlich ift, vom Harmotom bisher aber noch nicht bekannt war. In den Blafenräumen des Bafalt-Mandelfteins finden fich weifse aufgewachfene Kügelchen von auseinanderlaufend-ftrahliger Textur; die Oberfläche der Kügelchen befteht aus lauter Kryftallfpitzen von Zwillingen wie Fig. 3. Diefe Bildung ift vielleicht (jedoch innerhalb der Gränzen wahrer Kryftall-Gruppirung mit Winkel-Beftimmtheit) angedeutet in der Gruppe Fig. 10, welche oben befchrieben. (Die zu dem erwähnten Aufsatze gehörige Kupfertafel ift diefem Hefte beigelegt worden. *P.*)

Digitized by Google

VII.

Trauriges Ereigniſs mit Knallqueckſilber; zur Warnung mitgetheilt

von

Herrn Adminiſtrator Hermann zu Schönebeck.

Vor längerer Zeit wurde ich von Fabrikanten, welche Kupferhütchen zu Flinten mit Percuſſions-Schlöſſern verfertigen, aufgefordert, Knallqueckſilber zu liefern. Da ich bald ein Verfahren fand, bei welchem es ohne Gefahr, ſchnell, in hinreichender Quantität gefertigt werden kann, ſo übernahm ich dieſe Fabrikation. Einer jener Fabrikanten verlangte durch einen Expreſſen ¼ Pfund Knallqueckſilber, und da kein Vorrath auf dem Lager war, ſo übernahm einer meiner Aſſiſtenten, Herr Kypke, ein in wiſſenſchaftlicher und anderer Hinſicht ſehr ſchätzbarer junger Mann, die Anfertigung der verlangten Quantität Knallqueckſilber, und lieferte dieſe den folgenden Tag zum Debit ab. Beim Zurückgehen nach dem Laboratorio kam Hr. Kypke auf den für ihn ſo unglücklichen Gedanken, mehrere meiner Fabrikarbeiter durch den Augenſchein zu belehren, daſs ſie mit Papieren, worauf Knallqueckſilber geweſen ſey, nicht ſorglos umgehen dürften. Er rollte die Papiere, worauf Knallqueckſilber geſammelt, ausgewaſchen und getrocknet war, zuſammen, nahm dieſe Rolle in die linke Hand, und entzündete, indem er mit der Rech-

Digitized by Google

ten das Papier, wie oftmals früher ohne weitern Erfolg, gegen einander rieb, um ſich etwas Knallqueckſilber davon loszumachen, womit er den Arbeitern die erfolgende Exploſion anſchaulich machen könne, das daran haftende Knallqueckſilber, was ihm die linke Hand in unzählige Stücke zerſchmetterte. Die Rechte war nur leicht verbrannt und wahrſcheinlich nur durch die umhergeſchleuderten Knochenſplitter der Linken beſchädigt, denn auch einer der zunächſt ſtehenden Arbeiter war an Händen und Unterleib durch dieſe Knochenſplittern leicht verletzt. Es beſtätigte ſich auch bei dieſer Exploſion die Erfahrung, daſs die furchtbare Wirkung der knallſauren Metallſalze faſt blos nach unten Statt findet *), denn weder Herr Kypke noch einer der Arbeiter hatte einen Druck der Luft empfunden, ja Herr Kypke hatte gar nicht ein-

*) Wenn es dem Herausgeber einer Zeitſchrift verſtattet iſt, bei fraglichen Gegenſtänden ſeine Meinung zu äuſsern, ſo muſs ich bei dieſer Gelegenheit meine Zweifel an der wirklichen Exiſtenz einer ſolchen Wirkung nach unten, bekennen. Mir ſcheint es kaum glaublich, daſs die verpuffende Subſtanz, wes Urſprungs auch die Verpuffung iſt, ſich vorzugsweiſe nach *einer* Richtung äuſsern ſollte, wenn ſie nach *allen* einen gleichen Widerſtand fände. Bei den Verſuchen, die nur in der Abſicht angeſtellt werden, um die heftige Wirkung der Knallſubſtanzen im Allgemeinen darzuthun, möchte wohl dieſe Bedingung nicht erfüllt ſeyn, und bevor ſie es nicht iſt, der Schluſs auf eine einſeitige Wirkung noch einer weitern Beſtätigung bedürfen. Die öffentliche Hinweiſung auf dieſes (mir ſchon auf anderem Wege bekannten) Paradoxon erwirbt dem verdienſtvollen Hrn. Verfaſſer gewiſs den lebhafteſten Dank; eine weitere Unterſuchung kann man freilich nur wünſchen, nicht gut anrathen; ich halte ſie indeſs keinesweges für unausführbar. P.

Digitized by Google

mal gefühlt, dafs ihm die Hand zerfchmettert war, und wurde er von diefem fchrecklichen Ereignifs erft durch den Augenfchein belehrt. Zum Glück war der Armknochen nicht befchädigt, und es konnte die Hand blos im Gelenk abgenommen werden. Nach der Erfahrung der fonft von einem beftimmten Gewicht Queckfilber erzeugten Quantität, kann in den fich entzündeten Papieren etwa zwei Drachmen Knallqueckfilber gewefen feyn. Es hat fich wahrfcheinlich nicht einmal das Ganze entzündet, denn ich fand an der langen hölzernen Pfeife, welche Herr Kypke im Munde gehabt hatte, noch unzerfetztes Knallqueckfilber. Herr Kypke ift zu meiner grofsen Freude und Beruhigung, fo weit es möglich war, wieder hergeftellt. Diefer traurige Vorfall hat mich zu dem feften Entfchlufs gebracht, weder das Knallqueckfilber noch einen andern fulminirenden Metallkalk ferner bereiten zu laffen. Es hat aber Herr Elbe, Vorfteher der Piefchelfchen Bleiweifs-Fabrik zu Magdeburg, in Verbindung mit Herrn Dr. Haafe dafelbft, die Fabrikation des Knallqueckfilbers übernommen, und bitte ich die Hrn. Fabrikanten, welche diefes Präparat bedürfen, fich an diefe zu wenden.

Möge durch diefes traurige Beifpiel anderes, vielleicht noch gröfseres Unglück verhütet werden.

Hermann.

Digitized by Google

VIII.

Hagel mit metallischem Kern.

(Auszug eines Schreibens aus Orenburg, vom Hrn. Dr. v. Eversmann, datirt vom 8. Oct. 1824 alt. Styls.)

Einige Tage vor unserer Ankunft hieselbst am $\frac{3}{15}$ Aug. (der Reisende hatte in Begleitung seiner Familie den Weg aus den böhmischen Bädern über Lemberg, Kiow und Pensa genommen), ist in Sterlitamack oder Sterlitamansk, einer Kreisstadt im Gouvernement Orenburg 230 Werste nördlich von Orenburg an dem grofsen Flusse Bjäjaga liegend, ein merkwürdiger Hagelfall gewesen. Die Hagelkörner, von beträchtlicher Gröfse, schlossen nämlich einen festen Kern ein, der einen völlig ausgebildeten Krystall darbot. Es sind an 30 dieser Kerne an unsern Herrn Gouverneur v. Essen gesandt worden, und zwei davon habe ich selbst erhalten. Sie sind von brauner Farbe, etwa wie die goldhaltigen Schwefelkieswürfel von Beresowsky und besitzen eine runzlich und glänzende Oberfläche. Die Krystalle bestehen aus sehr flachen doppelt vierseitigen Pyramiden mit gegeneinander überstehenden Seitenflächen und stellen also stumpfe Octaëder dar. Die Kanten, welche in der stumpfen Ecke des Octaëders zusammenlaufen, sind runzlich und stehen hervor, so dafs sie auf beiden Seiten der Basis des Octaëders ein erhabenes Kreuz bilden, wie es Fig. 2 in natürlicher Gröfse zeigt. Fig. 3 ist eine Seitenansicht

Digitized by Google

des Octaëders, und giebt ungefähr den Winkel, unter welchen die Flächen deſſelben gegen die Axe neigen. An einigen Kryſtallen ſind die vier Ecken der gemeinſchaftlichen Grundfläche der doppelt vierſeitigen Pyramide abgeſtumpft, ſo daſs die Grundfläche einen achtſeitigen Umriſs (Fig. 4) erhält. Nimmt dieſe Abſtumpfung zu, ſo entſteht wieder ein dem vorigen ähnlicher Körper, bei welchem aber die erhabenen Kreuzlinien nicht als Diagonalen von den Winkeln auslaufen, ſondern ſenkrecht ſtehen auf den 4 Seiten des Quadrates, wie es Fig. 5 darſtellt.

Die Beſtandtheile dieſer Aërolithen ſind, ſo viel ſich aus dem Anſchein urtheilen läſst, Schwefelmetalle. — Schwerlich wird wohl jemand behaupten, daſs dieſe Steinchen aus dem Monde zu uns herunter gekommen ſind. Ob ähnliche Erſcheinungen, nämlich Aërolithen als vollkommene Kryſtalle, bekannt ſind, weiſs ich nicht *).

*) Im nächſten Zuſammenhange ſteht dieſer Hagelfall offenbar mit dem, welcher ſich am 21. Jun. 1821 in der Grafſchft Majo in Irland ereignete, nur daſs dort keine vollſtändigen Kryſtalle gefunden wurden und die Fragmente derſelben, Spuren eines Pentagonal-Dodecaëders zeigten, während es hier offenbar Octaëder waren. Es muſs alſo auch noch dahingeſtellt bleiben, ob dieſe Aërolithen in chemiſcher Hinſicht gleich waren. (S. dieſ. Annal. Bd. 72 S. 436.) P.

IX.

Hagel von aufserordentlicher Gröfse.

Das nachſtehende Beiſpiel eines Hagels von ungewöhnlicher Gröfse, von dem ich nicht finden kann, daſs es ſchon in dieſen Annalen zur Sprache gebracht ſey, verdanke ich der gütigen Mittheilung des Hrn. Leop. v. Buch, und iſt aus Heyne's Tracts historical and statistical on India entlehnt, wo es p. 29 bei den Statistical fragments on the mysore erwähnt wird. Es heiſst daſelbſt: „Hagel fällt (in Myſore) nur während der heiſsen Jahreszeit im April und im Mai. Gewöhnlich ſind die Stücke von dem Gewichte einer halben Unze, zuweilen aber beſitzen ſie eine ſehr beträchtliche Gröfse. Die Hagelfälle ſind mit ſchwerem Donner und heftigen Stürmen oder Stoſswinden aus Oſten begleitet; ſie ſind häufiger oberhalb des Ghautgebirges als unterhalb deſſelben. Die Eingebornen nennen die Hagelkörner: Regenſteine (Rainstones), und legen ihnen ſehr ſtärkende Kräfte bei. Maſſen von ungeheurer Gröfse ſollen zu verſchiedenen Zeiten aus den Wolken gefallen ſeyn. Es iſt eine wohl beglaubigte Thatſache, daſs in der letzten Zeit der Regierung Tippoo Saheb's nahe bei Seringapatam eine Maſſe von der Gröfse eines Elephanten niederfiel, von welcher die Offiziere des Sultans berichteten, daſs ſie auf die Haut derjenigen, welche ſie berührt hätten, wie Feuer gewirkt habe — ein ſehr natürlicher Vergleich

von Leuten, die mit dem Gefühl einer aufserordentlichen Kälte unbekannt waren. Es wird ferner erzählt, dafs zwei ganze Tage vergingen, ehe die Maffe völlig aufgelöft ward, während welcher Zeit dieſelbe einen ſolchen Geruch aushauchte, dafs das Volk abgehalten ward ſich ihr zu nähern. Wahrſcheinlich hat die Furcht dieſen letzten Bericht erzeugt (. Sollte die Eismaſſe vielleicht Schwefelverbindungen eingeſchloſſen haben (*P.*)). Dafs dieſer Bericht in den öffentlichen Urkunden der Regierung Tippoo's enthalten iſt, verſicherte mir ein Mann von ſehr glaubwürdigem Charakter, welcher ein hohes Amt im Civildienſt unſerer achtbaren Compagnie bekleidet.“

P.

X.

Merkwürdige Schneebälle;

beobachtet am 1. Apr. 1815 zu Brunswik in Nord-Amerika vom Prof. Cleaveland (aus Silliman's americ. Journ. 1823. Vol. VI. p. 162.)

Am gröfsten Theile des Tages, der dieſer Erſcheinung vorherging, fiel ein ſehr feiner Nebel, und in dem erſten Theil der Nacht, in welcher der Wind nach NW umſprang, folgte dieſem ein ſehr leichter Schneefall, nahe 2 Zoll hoch. Am folgenden Morgen waren die Felder und Wege mit einer grofsen Menge von Schneebällen bedeckt, welche von 1 Zoll an bis 15 Zoll im Durchmeſſer hielten. Die kleineren hat-

Digitized by Google

ten beinahe Kugelgeſtalt, die gröſseren hingegen waren einigermaſsen oval, da ſie vom Winde auf einer beträchtlichen Strecke nach einer Richtung fortgerollt waren. Ihr Gefüge war homogen und ihr Gewicht auſserordentlich leicht. Sie beſtanden aus einer Menge kleiner unregelmäſsig zuſammengehäufter Schneeprismen. Die kleineren Bälle ertrugen kaum eine Unterſuchung in der Hand, ohne von einander zu fallen, die gröſseren waren aber feſter. Im Allgemeinen waren die Pfade deutlich zu ſehen, in welchen die Bälle ſich aufgerollt hatten. Die kleineren Bälle fanden ſich im Gehölze oder anderen vor dem Winde geſchützten Orten, welches anzeigte, daſs ihre Bildung in der Atmoſphäre begonnen hatte. Aehnliche Schneebälle wurden in den meiſten der umliegenden Städte beobachtet. Ihr Anblick auf dem Androscogginfluſſe war höchſt intereſſant.

Digitized by Google

XI.

Notiz für die Theilnehmer an den im Juni und Juli 1823 ſtattgehabten Barometerbeobachtungen;

vom

Hrn. Maj. v. Oesfeld und dem Herausgeber.

In der Hoffnung, daſs die gegenwärtigen Zeilen der Mehrzahl jener verehrten Männer zu Geſichte kommen werden, welche auf unſere Einladung an den im Juni und Juli 1823 von uns in Berlin und Cuxhaven gemachten Barometerbeobachtungen ſo thätig Antheil nahmen, benutzen wir dieſen Augenblick, um durch eine vorläufige Nachricht über den Erfolg jenes Unternehmens ihnen einen Theil unſerer Schuld abzutragen. Wir erkennen mit dem lebhafteſten Dank die uns bisher zu Theil gewordene Nachſicht, und ſchmeicheln uns, darin eine ſtille Anerkennung der mühevollen Arbeit zu erblicken, welche mit der Berechnung ſo zahlreicher Materialien verknüpft iſt. In der That iſt es auch nur der ungemein groſse Reichthum von Beiträgen, welcher uns bis jetzt verhindert hat zum Ziele zu gelangen, denn die Berechnung, welche in letzter Zeit unter ſpecieller Anleitung des erſteren von uns betrieben ward, iſt niemals ausgeſetzt worden. Die achtbaren Theilnehmer werden uns gewiſs einige Gerechtigkeit widerfahren laſſen, wenn wir hier, wie ſchon früher einzelnen unter ih-

Digitized by Google

nen, die Nachricht geben, dafs von 150 Orten in Deutſchland, Preuſsen, Dänemark, der Schweiz, Ungarn und dem nördlichen Italien über 30000 Beobachtungen eingelaufen ſind, deren Benutzung vor der eigentlichen Berechnung durch mannigfaltige, im Einzelnen zwar unbedeutende, auf das Ganze aber ſehr zeitraubende Reductionen beträchtlich erſchwert ward. Wir ſind indeſs gegenwärtig ſo weit gediehen, dafs wir das baldige Ende der Arbeit vorausſehen können, und bitten nur, bis zu dieſem uns die bisher geſchenkte nachſichtsvolle Geduld nicht zu entziehen. Ueber die gewonnenen Reſultate ſagen wir hier abſichtlich nichts, weil wir dieſelben, unſerem Verſprechen gemäſs, und noch im Laufe dieſes Sommers, jedem Theilnehmer beſonders, in nöthiger Ausführlichkeit mitzutheilen gedenken. Wir ſind nicht der Meinung, dafs durch das Unternehmen die geſtellte Aufgabe als völlig erledigt zu betrachten ſey, glauben aber, dafs unſere achtbaren Mitarbeiter mit uns in dieſem einen nicht ganz mifsglückten Verſuch erkennen werden, durch welchen die Bahn zu einem künftigen erfolgreicheren Unternehmen gebrochen iſt. Das was wir vorlegen werden, iſt die Frucht weniger Wochen von einem Vereine von Männern, welche uns vorläufig als Beförderer dieſes Theiles der Phyſik bekannt waren. Es konnte nicht fehlen, dafs mancher vortreffliche Beobachter von uns übergangen ward; dafs manchem unſerer Theilnehmer es unmöglich war, die angeſetzten Stunden beſtändig einzuhalten, und dafs mehrere Inſtrumente nicht die zu wünſchende Vollkommenheit beſafsen; aber dennoch ſind wir gewifs, dafs der Anblick der Reſultate Jedem die Ueber-

Digitized by Google

zeugung gewähren werde, kein Land in Europa könne hinſichtlich der allgemein verbreiteten Liebe für dieſen Zweig der Naturkunde mit Deutſchland einen Vergleich beſtehen. Im Vertrauen auf die letztere erfreuen wir uns ſchon im Voraus des Gedankens, daſs es einer etwaigen Wiederholung unſers Verſuches, durch länger fortgeſetzte, und vielleicht nur auf die Mittagszeit beſchränkte Beobachtungen, nicht ſchwer fallen werde, die Fehler zu umgehen, welche bei der Kürze unſerer Beobachtungszeit nicht ganz zu vermeiden waren.

Digitized by Google

Digitized by Google

Zeitm.	Tag	Therm. Reaum. frei im Schatten	Haar Hygr. bei +10° R.	Wind	Wetter
7	1	+ 0.°9	67.°1	nno. 3	trüb
2	1	1. 5	63. 0	N. 3	trüb
10	1	1. 9	61. 9	nno. 3	trüb
7	2	1. 7	64. 5	nno. 3	trüb
10	2	1. 4	66. 2	N. 2	trb Schnfl
7	3	+ 0. 8	68. 6	N. 2	trüb Nbl
2	3	2. 0	71. 8	nno. 2	trb Schnfl
10	3	2. 3	69. 9	nno. 2	trb Rg
7	4	1. 8	71. 9	nno. 3	trb Rg
10	4	1. 4	65. 6	nno. 2	trb Rgtr etw Schn
7	5	— 0. 3	66. 9	NW. 2	trb Schn
2	5	+ 1. 9	61. 1	NW. 2	tr Grplsch
10	5	0. 5	69. 8	NW. 2	tr schn u Hg
7	6	1. 6	66. 7	NO. 2	trüb
2	6	0. 9	66. 2	NO. 2	trüb etw Schn
10	6	— 0. 2	65. 9	NO. 3	trüb
7	7	+ 0. 5	62. 0	ono. 3	trüb
2	7	1. 1	59. 9	NO. 3	trüb
10	7	0. 4	53. 8	NO. 3	trüb
7	8	0. 0	54. 0	NO. 3	verm
2	8	— 0. 6	54. 1	N. 2	trüb
10	8	+ 1. 8	50. 2	nnw. 1	schön
7	9	+ 2. 0	59. 5	nnw. 1	schön
2	9	+ 1. 7	58. 9	nnw. 1	schön
10	9	2. 0	61. 2	nnw. 1	heitr etw Schn
7	10	+ 0. 1	53. 7	SW. 3	trüb
2	10	3. 5	55. 7	SW. 4	trüb
10	10	4. 2	57. 3	SW. 4	trüb
7	11	+ 2. 5	66. 1	SW. 4	trüb
2	11	— 0. 8	70. 9	SW. 4	trüb
10	11	+ 1. 7	67. 6	SW. 1	tr etw Schn
7	12	2. 6	63. 4	S. 1	tr Rg u Sch
2	12	1. 7	75. 8	SW. 4	tr Schl Hgl
10	12	1. 7	62. 0	W. 2	schön
7	13	1. 0	64. 6	W. 2	schön

Thermometrograph Tag	Min. Nachts vorher	Max. Tags
1	— 0.°3	+ 5.°4
2	3. 4	0. 3
3	5. 0	0. 9
4	2. 9	1. 3
5	— 3. 0	2. 8
6	+ 1. 1	6. 7
7	2. 3	9. 6
8	4. 1	11. 1
9	6. 0	9. 1
10	4. 9	10. 5
11	1. 6	4. 2
12	+ 0. 9	6. 3
13	— 1. 3	5. 8
14	1. 2	5. 8
15	1. 0	5. 7
16	— 0. 8	5. 8
17	+ 2. 1	5. 6
18	1. 6	5. 1
19	0. 0	4. 8
20	1. 2	6. 1
21	+ 1. 0	6. 9
22	— 0. 4	10. 4
23	+ 3. 0	12. 6
24	+ 0. 2	8. 0
25	— 0. 4	2. 5
26	0. 0	3. 1
27	0. 6	2. 9
28	1. 0	2. 7
29	3. 1	4. 8
30	1. 2	3. 0
31	— 1. 2	+ 3. 0
Summ	3. 0	169. 7
Mittl	+ 0.10	+ 5.47

Min. — 5.°0 Max + 12.°6
grösste Verand. 17.°6

Wasser-Stand der Saale	
4′	7″
4	6.8
4	6.5
4	6
4	5.7
4	4
4	6
4	6.5
4	5
4	4.8
5	0
5	0
5	0
5	0
4	11.5
4	10.5
4	10
4	10
5	0.5
5	0
4	11
4	10.5
4	9
4	9
4	9
4	9.5
4	9
4	9.5
4	9
147′	6.″3
4.	9.1

Uebersicht d. Witterung Tage	
heiter	7
schön	8
verm	10
trüb	15
Nebel	9
Regen	7
Grpl u. Hg	3
Schnee	5
windig	10
stürmisch	11
Gewitter	1
Nachts	
heiter	3
schön	4
verm	7
trüb	17
Regen	1
Schnee	7
windig	7
stürmisch	2
Mrgrth	5
Abrth	14

n.	Therm.	Hygr.	Wind
1	159 + 97.°2	2292. 61	SW
8	724	152. 4	2552. 92	SW
	466	292. 6	1440. 88	NO
1	916	42. 1	1164. 5	nno
	265	+ 48.°2	9450 98	SW

	Barom.		Therm.		Hygrom.	
Mittl	338.‴931	SW	+ 3.°12	SW	60.°97	SW
Max.	339. 496	SO	+ 12. 5	NO	80. 06	SW
Min.	325. 116	ono	— 3. 0	wsw	39. 34	nnw
Vrand	14.‴380		15.°5		40. 72	

Digitized by Google

Digitized by Google

...E ZU HALLE,

...ATOR DR. WINCKLER.

Zeit der Beob. Tage	Therm. Reaum. frei im Schatten	Haar Hygr. bei +10° R.	Wind	Wetter
99	+ 0.°0	67.°1	nno. 3	trüb
90	1. 5	62. 0	N. 3	trüb
1 40	1. 9	61. 9	nno. 3	trüb
03	1. 7	64. 5	nno. 3	trüb
72	1. 4	66. 2	N. 2	trb Schnfl
93	+ 0. 8	68. 6	N. 2	trüb Nbl
75	2. 0	71. 8	nno. 2	trb Schnfl
2 50	2. 3	69. 9	nno. 2	trb Rg
51	1. 8	71. 9	nno. 3	trb Rg
52	1. 4	65. 6	nno. 2	trb Rgtr etw Schn
98	— 0. 3	66. 9	NW. 2	trb Schn
88	+ 1. 9	61. 1	NW. 2	tr Grplsch
3 93	0. 5	69. 8	NW. 2	tr Schu Hg
88	1. 6	66. 7	NO. 2	trüb
99	0. 9	66. 2	NO. 2	trüb etw Schn
66	— 0. 2	63. 9	NO. 3	trüb
06	+ 0. 5	62. 0	ono. 3	trüb
4 98	1. 1	59. 9	NO. 3	trüb
22	0. 4	53. 8	NO. 3	trüb
22	0. 0	54. 0	NO. 3	verm
55	— 0. 6	54. 1	N. 2	trüb
52	+ 1. 8	40. 2	nnw. 1	schön
5 1	+ 2. 0	39. 5	nnw. 1	schön
9	+ 1. 7	38. 9	nnw. 1	schön
3	— 2. 0	61. 2	nnw. 1	heitr etw Schn
9	+ 0. 1	53. 7	SW. 3	trüb
5	3. 5	55. 7	SW. 4	trüb
6 4	4. 2	57. 3	SW. 4	trüb
4	+ 2. 5	66. 1	SW. 4	trüb
5	— 0. 8	70. 9	SW. 4	trüb
5	+ 1. 7	67. 6	SW. 1	tr etw Schn
5	2. 6	65. 4	S. 1	tr Rg u Sch
7 4	1. 7	75. 8	SW. 4	tr Sch Hg R
9	1. 7	62. 0	W. 2	schön
9	1. 0	62. 6	W. 2	schön

Thermometrograph

Tag	Min. Nachts vorher	Max. Tags
1	— 0.°3	+ 5.°4
2	3. 4	0. 3
3	3. 0	0. 9
4	2. 9	1. 3
5	— 3. 0	2. 8
6	+ 1. 1	6. 7
7	2. 3	9. 6
8	4. 1	11. 1
9	6. 0	9. 1
10	4. 9	10. 5
11	1. 6	4. 2
12	+ 0. 9	6. 3
13	— 1. 3	3. 8
14	1. 2	5. 8
15	1. 0	5. 7
16	— 0. 8	5. 8
17	+ 2. 1	5. 6
18	1. 6	5. 1
19	0. 0	4. 8
20	1. 2	6. 1
21	+ 1. 0	6. 9
22	— 0. 4	10. 4
23	+ 3. 0	12. 6
24	+ 0. 2	8. 0
25	— 0. 4	2. 5
26	0. 0	3. 1
27	0. 6	2. 2
28	1. 0	2. 7
29	3. 1	4. 8
30	1. 2	3. 0
31	— 1. 2	+ 3. 0
Sma	3. 0	169. 7
Mttl	+ 0.10	+ 5.47

Min. — 5.°0 Max. + 12.°6
grösste Veränd. 17.°6

Wasser-Stand der Saale

4′ 7″	
4 6.8	
4 6.5	
4 6	
4 5.7	
4 4	
4 4.8	
4 6	
4 6.5	
4 8	
5 0	
5 0	
5 0	
5 0	
4 11.5	
4 10.5	
4 10	
4 10	
5 0.5	
5 0	
4 11	
4 10.5	
4 9	
4 9	
4 9	
4 9.5	
4 9	
4 9.5	
4 9	
4 9	
147′ 6.″5	
4. 9.1	

Uebersicht d. Witterung

Tage	Zahl
heiter	–
schön	8
verm	10
trüb	15
Nebel	9
Regen	7
Grpl u. Hg	2
Schnee	5
windig	10
stürmisch	11
Gewitter	1
Nächte	
heiter	3
schön	4
verm	7
trüb	17
Regen	1
Schnee	7
windig	7
stürmisch	2
Mrgrth	5
Abrth	14

n.	Therm.	Hygr.	Wind
8	159 + 97.°2	2292. 61	SW
	784 152. 4	2552. 92	SW
	466 292. 6	1440. 82	NO
	916 42. 1	1164. 5	nno
	265 + 484. 3	9450 92	SW

	Barom.		Therm.		Hygrom.	
Mittl	332.‴951	SW	+ 3.°12	SW	60.°97	SW
Max.	339. 496	SO	+ 12. 3	NO	80. 06	SW
Min.	325. 116	OSO	— 3. 0	WSW	39. 34	nnw
Vränd	14.‴380		15.°3		40. 72	

Digitized by Google

Vom ben einige Sterne zeigt, iſt nur am 18. Mittgs in Cirr. Str. auf
öſt und rings ſtehen Cum. Am 17. Vormittgs Reg. in Schauern,
e Nacht anhaltend. Am 20. Abds 4¾ U. trat die Sonne in den
e das Frühlings-Aequinoctium Statt. Am 21. Morg. heitr, doch
bl verhüllt; Mittgs wolk. bed. in NW, auf heit. Grunde Cum.,
Decke, durch die Spt-Abds ſelten ein Stern. Am 22. früh wolk.
ſſender Nbl; Mittgs viel offne Stellen und Nchmittgs heitr; Abds
ed. und ſpäter rings ein Damm. 4 Minuten nach Mittg heute,
id-Viertel ein.
23. früh viel Cirr. Str., unten dicht oben getrennt auf heit,
dünne Decke oben gebrochen und Nchmittgs iſt es heiter, Spät-
l heit. Stellen. Am 24. meiſt heitr, früh der W-Horiz. bedünſt.,
irr. Str. hie und da am Horiz. Am 25. gleiche, graue Decke und
neefl. Heute ſtand der Mond in ſeiner Erdferne. Am 26. gleiche
re Cirr. Str. aus ono drüber hin; Mittgs einz. Schneefl., Nchmittgs
pt-Abds einz. Tropfen. Am 27. Nachts etwas Schnee, früh fein
icher den ganzen Tag beſtehender Decke. Mittgs noch Schnee u.
n 2 aber Schnee u. Hagel. Am 28. Nachts noch Schnee; Tags
Vom ke, Abds bricht ſich dieſe und Spt-Abds wechſeln oberhalb Cirr.
en. Am 29. Morg. iſt N heitr, ſonſt wolk. bed.; Tags ſtehen auf
kl. Cum., oben einz. Cirr. Str.; Spt-Abds heitr. Am 30. Nchts
leiche, nur bisweil. wolk., Decke. Um 3 U. 54′ heute, Neu-
heute die Erde in ihrer mittlern Entfernung von der Sonne.
rmittgs, Schnee, Mittgs ſcharf und mit Reg. gemengt, nach 1 U.
ts gleicher Decke; Abds zertheilt ſie ſich in Cirr. Str. und ſpäter
heit. Stellen.

Vom *nats:* rauh, zuletzt kalt, was der Vegetation nachtheilig; heftige
errſchen, auszeichnend iſt ein Gewitter.

Digitized by Google

E ZU HALLE,

ATOR DR. WINCKLER.

Zom. den Beo⁰ Tr ser	Therm. Reaum. frei im Schattn	Haar Hygr bei +10° R.	Wind	Wetter
99	+ 0.°0	67.°1	nno. 3	trüb
90	1. 5	62. 0	N. 3	trüb
40	1. 9	61. 9	nno. 3	trüb
03	1. 7	64. 5	nno. 3	trüb
72	1. 4	66. 2	N. 2	trb Schnfl
98	+ 0. 8	68. 6	N. 2	trüb Nbl
75	2. 0	71. 8	nno. 2	trb Schnfl
50	2. 3	69. 9	nno. 2	trb Rg
31	1. 8	71. 9	nno. 3	trb Rg
32	1. 4	65. 6	nno. 2	trb Rgtr
				etw Schn
98	— 0. 3	66. 9	NW. 2	trb Schn
98	+ 1. 9	61. 1	NW. 2	tr Grplsch
95	0. 5	69. 8	NW. 2	tr Schu Hg
88	1. 6	66. 7	NO. 2	trüb
99	0. 9	66. 2	NO. 2	trüb
				etw Schn
66	— 0. 2	63. 9	NO. 3	trüb
96	+ 0. 8	62. 0	ono. 3	trüb
88	1. 1	59. 9	NO. 3	trüb
21	0. 4	53. 8	NO. 3	trüb
22	0. 0	54. 0	NO. 3	verm
55	— 0. 6	54. 1	N. 2	trüb
52	+ 1. 8	50. 2	nnw. 1	schön
51	+ 2. 0	39. 3	nnw. 1	schön
99	+ 1. 7	38. 9	nnw. 1	schön
53	— 2. 0	61. 2	nnw. 1	heitr
				etwSchn
99	+ 0. 1	53. 7	SW. 3	trüb
55	3. 5	55. 7	SW. 4	trüb
44	4. 2	57. 3	SW. 4	trüb
44	+ 2. 5	66. 1	SW. 4	trüb
55	— 0. 8	70. 9	SW. 4	trüb
55	+ 1. 7	67. 6	SW. 1	tr etw Schn
53	2. 6	65. 4	S. 1	tr Rg u Sch
22	1. 7	75. 8	SW. 4	tr Sch Hg R
99	1. 7	69. 0	W. 2	schön
99	1. 0	62. 6	W. 2	schön

	Thermometrograph Tag	Min. Nachts vorher	Max. Tags	Wasser-Stand der Saale
	1	— 0.°3	+ 5.°4	4′ 7″
	2	3. 4	0. 3	4 6.8
	3	5. 0	0. 9	4 6.5
	4	2. 9	1. 3	4 6
	5	— 3. 0	2. 8	4 5.7
	6	+ 1. 1	6. 7	4 4
	7	2. 3	9. 6	4 4.8
	8	4. 1	11. 1	4 6
	9	6. 0	9. 1	4 6.5
	10	4. 9	10. 5	4 8
	11	1. 6	4. 2	5 0
	12	+ 0. 9	6. 3	5 0
	13	— 1. 5	5. 8	5 0
	14	1. 2	5. 8	5 0
	15	1. 0	5. 5	5 0
	16	— 0. 8	5. 8	4 11.5
	17	+ 2. 1	5. 6	4 10.5
	18	1. 6	5. 1	4 10
	19	0. 0	4. 8	4 10
	20	1. 2	6. 1	5 0.5
	21	+ 1. 0	6. 9	5 0
	22	— 0. 4	10. 4	4 11
	23	+ 3. 0	12. 6	4 10.5
	24	+ 0. 2	8. 0	4 9
	25	— 0. 4	2. 5	4 9
	26	0. 0	3. 1	4 9
	27	0. 6	2. 2	4 9.5
	28	1. 0	2. 7	4 9
	29	3. 1	4. 8	4 9.5
	30	1. 2	3. 0	4 9
	31	— 1. 2	+ 3. 0	4 9
Sma		5. 0	169. 7	147′ 6.″3
Mttl		+ 0.10	+ 5.47	4. 9.1

Min. — 5.°0 Max. +12.°6
grösste Verand. 17.°6

Uebersicht d. Witterung Tage	Zahl
heiter	–
schön	8
verm	10
trüb	15
Nebel	9
Regen	7
Grpl u. Hg	2
Schnee	5
windig	10
stürmisch	11
Gewitter	1
Nächte	
heiter	3
schön	4
verm	7
trüb	17
Regen	1
Schnee	7
windig	7
stürmisch	2
Mrgrth	3
Abrth	14

n.	Therm.	Hygr.	Wind
159	+ 97.°2	2292. 61	SW
724	152. 4	2552. 92	SW
466	292. 6	2440. 82	NO
916	42. 1	2164. 5	nno
265	+484. 3	9450 92	SW

	Barom.		Therm.		Hygrom.	
Mittl	332.‴951	SW	+ 5.°12	SW	60.°97	SW
Max.	339. 496	SO	+12. 3	NO	80. 06	SW
Min.	325. 116	OSO	— 3. 0	WSW	39. 34	nnw
Vrand	14.‴580		15.°3		40. 72	

Digitized by Google

ſtets Reg. und von 6 bis Nachts einige gel. Schauer. Am 17. ſtets
eckt; Nchts, früh etws, Mittgs wenig, Nchmittgs und von 6 bis in
ken Schauern, Reg. Am 18. Nchts Reg.; Morg. unten bedeckend,
Stellen wechſelnd, Cirr. Str., Mittgs iſt wolk. bed. ſelten geöffnet,
., Nchmittgs Zertheilung und Abds heiter; ſpätr iſt nur der Horiz.
9. Nchts 2''' ſtark Eis; früh heitr, Mittgs oben viel groſse Cirr. Str.
ohe Cum., Abds aber und ſpäter, wieder heitr. Am 20. Cirr. Str.
rg. bei ganz heit. Himmel in O ſich zeigt, hat ſich Mittgs in Cirr.
S u. W faſt bed., nach Mittg löſen dieſe ſich wieder auf und es iſt
eitr, nur der Horiz. iſt dann ſtark bedünſt. Am 21. ſehr heiter.
eute, trat das erſte Mond-Viertel ein.
m 22. heiter, nur Abds zeigen ſich in W einige geringe Cirr. Str.
Nachtigall. Es ſtand heute der Mond in ſeiner Erdferne. Am 23.
ſich Mittgs vermehrt, und der Horiz iſt bed.; es gehen Nchmittgs
Decke, Abds in gleiche über und dieſe beſteht fort. Vom 6 bis 7
24. Nachts etws Reg., früh Cirr. Str. und offne Stellen, Vormittgs
zur wolk. Decke und Spt-Abds iſt ſie gleichf. Nach 3 wenig Reg.
Decke löſet ſich Mittgs in Cirr. Str. auf und unten erſcheinen Cum.,
winden die Wolken und Abds, wie ſpätr iſt es heitr. Am 26. früh
ten dicht oben aber offne Stellen laſſen, bilden Vormittgs gleiche
ls ſenkt ſich dieſe ſchnell an den Horiz. und oben iſt es heitr. Am
e; Abds wenig Reg. Am 28. Morg. heitr; Mittgs zeigen ſich oben
N unten kl. Cum., Nchmittgs wieder heitr, Abds faſt rings ein
er oben noch einige geringe Cirr. Str. Am 29. früh ſteht oben eine
ſser Cirr. Str., drunter hin ziehet eine andere, grauere; Mittgs auf
einz. Cirr. Str., N u. S unten Cum., erſtere haben ſich nach Mittg
und ſpätr heitr. Heute, früh 5 U. 18' Neu-Mond.
etws neblig; Mittgs oben geringe Cirr. Str., Nchmittgs rings dieſe
päter, heiter,

Monats: Die erſte Hälfte rauh und naſs, die zweite zuletzt beſon-
net ſchön, oft warm. Nord-Wind, weſtlich abſpringend, ſelten
hend.

Digitized by Google

Fig. 5

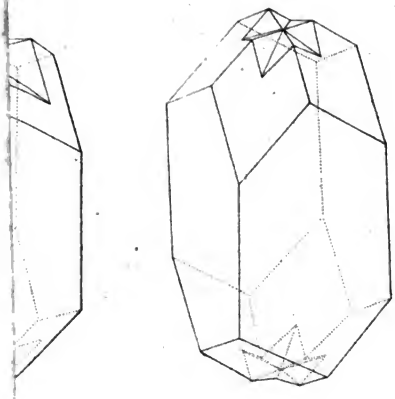
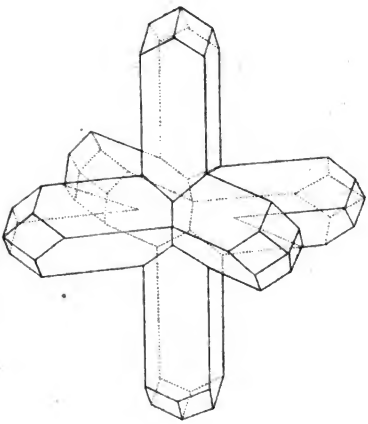


Fig. 10



Digitized by Google

Digitized by Google

Fig. 1

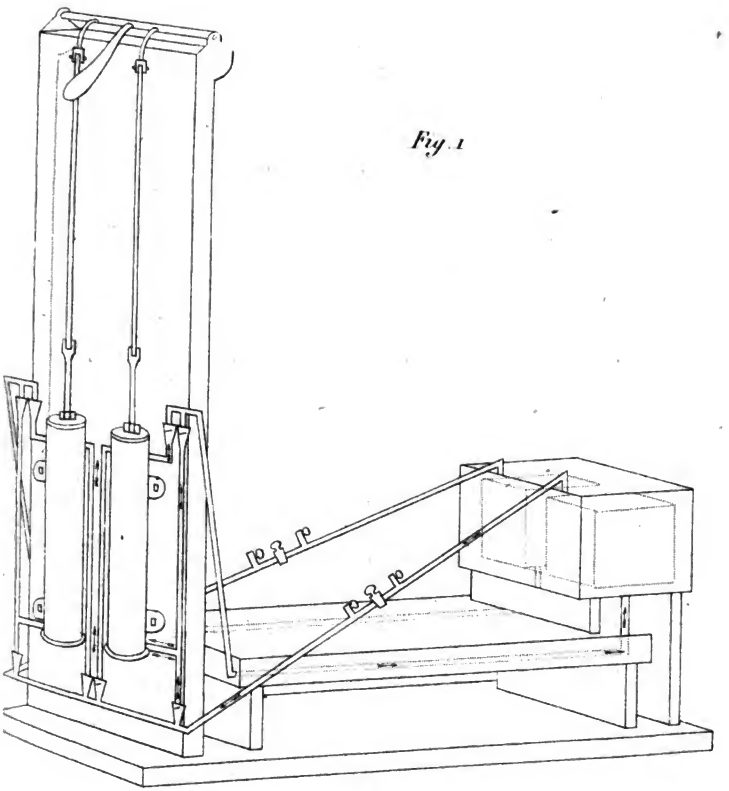


Fig. 2

Fig. 3

Fig. 4

Fig. 5

Digitized by Google

Digitized by Google

ANNALEN DER PHYSIK.

JAHRGANG 1824, VIERTES STÜCK.

I.

Verſuch einer Erklärung des innern Baues der feſten Körper;

vom

Dr. Seeber, Prof. d. Phyſik zu Freiburg im Breisgau.

(Fortſetzung.)

Um dieſes zu zeigen, iſt es nothwendig, die Abſtände zu kennen, worin ſich die Mittelpunkte der kugelförmigen Atome bei der genannten Stellungsart befinden *). Subſtituirt man ſie ſo anſtatt Haüys parallel-

*) Die Beſtimmung dieſer Abſtände kann auf eine elegantere Art als die folgende iſt, dadurch geſchehen, daſs man durch den Mittelpunkt eines der parallelepipediſchen Molecule drei coordinirte Ebenen legt, deren jede mit einer der drei, an der nämlichen Ecke zuſammenkommenden Seitenflächen dieſes Molecules parallel iſt, die Lage des Mittelpunkts eines jeden der übrigen Molecule durch drei, parallel mit den Durchſchnittslinien dieſer Ebenen an ſie gezogene Coordinaten beſtimmt, und die Abſtände derſelben aus den Coordinaten der Mittelpunkte der verſchiedenen Molecule. Da aber dieſe Art die reſpective Lage der Punkte im Raum durch drei Coordinaten auszudrücken, nicht allgemein bekannt iſt, ſo iſt hier,

Digitized by Google

epipedischer Molecule, dafs ihre Mittelpunkte mit den Mittelpunkten von diesen zusammenfallen, so sind jene Abstände den Abständen der Mittelpunkte der Molecule gleich, und man hat, um sie zu erhalten, nur diese letztern Abstände zu bestimmen nothwendig. Es sey zu diesem Endzweck *OFAGEHI*, Fig. 8, ein System der parallelepipedischen Molecule. Es seyen darin die Kanten Of, ff', $f'f''$, $f''f'''$, $f'''f^{iv}$, etc. Og, gg', $g'g''$, $g''g'''$, etc., Oh, hh', $h'h''$, $h''h'''$, etc. sämmtlich halbirt, durch die Theilungspunkte a, a', a'', a''', etc., die mit *EGOH* parallelen Ebenen lal, $l'a'l'$, $l''a''l''$, $l'''a'''l'''$, etc. gelegt, durch die Theilungspunkte b, b', b'', b''', etc., die mit *IFOH* parallelen Ebenen mbm, $m'b'm'$, $m''b''m''$, $m'''b'''m'''$, etc. und durch die Theilungspunkte c, c', c'', c''', etc. die mit *AGOF* parallelen Ebenen ncn, $n'c'n'$, $n''c''n''$, $n'''c'''n'''$, etc. Diese Ebenen halbiren auch die Kanten der im Innern liegenden Molecule und gehen durch deren Mittelpunkte, so dafs ein jeder derselben der gemeinschaftliche Durchschnittspunkt von drei solcher Ebenen ist, wovon jede einer andern der drei Reihen lal, $l'a'l'$, $l''a''l$, etc., mbm, $m'b'm'$, $m''b''m''$, etc., ncn, $n'c'n'$, $n''c''n''$, etc. angehört *). Der Abstand der Mittelpunkte M und M' (Fig. 9.) von irgend zwei Mole-

der allgemeinern Verständlichkeit wegen, eine andere Methode gewählt.

*) Durch die genannten Ebenen wird der ganze Raum des Systems in kleine Parallelepipede getheilt, die sowohl einander selbst, als den parallelepipedischen Moleculen gleich sind, und wovon die Mittelpunkte der anstatt der parallelepipedischen Molecule substituirten, sphärischen Atome die Ecken bilden. Wir werden diese Parallelepipede, von deren Werthen der Kanten und Winkel die Möglichkeit des stabilen Gleichgewichtes des

Digitized by Google

culen iſt daher die Diagonale MM' des Parallelepipedes $Mpr'q'p'rq'M'$, das durch ſechs jener Ebenen, nämlich von den Ebenen $l^{iv}a^{iv}l^{iv}$, $m^{xv}b^{xv}m^{xv}$, $n^{xx}c^{xx}n^{xx}$, $l^{xx}a^{xx}l^{xx}$, $m''b''m''$, $n^{v}c^{v}n^{v}$, gebildet wird, wovon die drei erſten durch den einen, die drei letzten durch den andern Mittelpunkt gehen. Von dieſem Parallelepiped ſind die Kanten Mp und $M'p'$ dem Abſtand der Punkte a^{iv} und a^{xx}, die Kanten Mq und $M'q'$ dem Abſtand der Punkte b^{xv} und b'', die Kanten Mr und $M'r'$ dem Abſtand der Punkte c^{xx} und c^{v} gleich. Da nun die Punkte a, a', a'', a''', etc. b, b', b'', b''', b^{iv}, etc. c, c', c'', c''', etc. ſämmtlich in der Mitte der Kanten Of, ff', $f'f''$, $f''f'''$, etc. Og, gg', $g'g''$, $g''g'''$, etc. Oh, hh', $h'h''$, $h''h'''$, etc., liegen, ſo ſind die Abſtände aa', $a'a''$, $a''a'''$, $a'''a^{iv}$, etc. ſämmtlich der Kante Of des parallelepiped. Moleculs, Fig. 8, die Abſtände bb', $b'b''$, $b''b'''$, $b'''b^{iv}$, etc. ſämmtlich der Kante Og, und die Abſtände cc', $c'c''$, $c''c'''$, $c'''c^{iv}$, etc. ſämmtlich der Kante Oh deſſelben gleich. Es iſt daher der Abſtand von irgend zweien der Punkte a, a', a'', a''', a^{iv}, etc. ein ganzes Vielfaches von Of der Abſtand von zweien der Punkte b, b', b'', b''', etc. ein ganzes Vielfaches von Og, und der Abſtand vonzweien der Punkte c, c', c'', c''', c^{iv}, etc. ein ganzes Vielfaches von Oh, mithin auch eine jede Kante des Parallelepipedes $Mpr'qp'rq'M'$ ein ganzes Vielfaches der mit ihr parallelen Kante der parallelep. Moleculs, und es kann, wenn man die Längen der drei verſchiedenen Kanten derſelben Of, Og, Oh durch α, β, γ und durch l, m, n drei ganze Zahlen bezeichnet, die Kante

durch die Subſtitution entſtandenen Syſtems der ſphäriſchen Atome abhängig iſt, in der Folge die Elementar-Parallelepipede des Syſtems nennen.

Mp und $p'M'$ durch $l\alpha$, die Kante Mq und $q'M'$ durch $m\beta$, und die Kante Mr und $r'M'$ durch $n\gamma$ ausgedrückt werden. Aus dieſen Kanten und aus den, durch ſie gebildeten Winkeln qMr, rMp, pMq, welche letztere den durch die Kanten der Molecule gebildeten Winkeln heg, Ohi, agO reſpective gleich ſind, und die wir durch A, B, Γ bezeichnen wollen, ergiebt ſich nun die Diagonale MM', Fig. 9., auf die folgende Art.

Man denke ſich durch die Punkte q und r' zwei auf dieſe Diagonale ſenkrechte, ſie in ss' ſchneidende Ebenen gelegt, und auf die erſte davon von r' aus die ſenkrechte Linie $r't$ gezogen, ſo iſt dieſe mit der Diagonale parallel und dem Stück ss' derſelben an Gröſse gleich. Bezeichnet man nun die Diagonale durch s, ihre Stücke $ss', Ms, s'M'$ reſpective durch d, d', d'', und die Winkel $M'Mp, M'Mq, M'Mr$ durch ξ, η, ζ, ſo hat man, da $tr' = ss' = d$, der Winkel $qr't = M'Mp = \xi$, und der Winkel $MM'r' = M'Mr = \zeta$ iſt, in den bei t, s, s' rechtwinklichten Dreiecken $r'tq, Msq, M's'r'$, für den trigonometriſchen Halbmeſſer 1

$$1 : l\alpha = \cos\xi : d$$
$$1 : m\beta = \cos\eta : d'$$
$$1 : n\gamma = \cos\zeta : d''$$

mithin

$$d = l\alpha \cos\xi$$
$$d' = m\beta \cos\eta$$
$$d'' = n\gamma \cos\zeta$$

und wegen

$$s = d + d' + d'',$$
$$s = m\alpha \cos\xi + m\beta \cos\eta + n\gamma \cos\zeta$$

Bezeichnet man ferner die Diagonalen $M'p, M'q, M'r$ reſpective durch λ, μ, ν, ſo erhält man aus den Dreiecken $M'Mp, M'Mq, M'Mr$

Digitized by Google

$$\lambda^2 = s^2 + l^2\alpha^2 - 2sl\alpha\cos\xi\,,$$
$$\mu^2 = s^2 + m^2\beta^2 - 2sm\beta\cos\eta\,,$$
$$\nu^2 = s^2 + n^2\gamma^2 - 2sn\gamma\cos\zeta\,,$$

und da der Winkel $M'r'p = p'qM = 180° - A$, der Winkel $M'p'q = 180° - B$, und der Winkel $M'q'r = 180° - \Gamma$ ist, aus den Dreiecken $M'r'p, M'p'q, M'q'r$

$$\lambda^2 = m^2\beta^2 + n^2\gamma^2 + 2mn\beta\gamma\cos A$$
$$\mu^2 = n^2\gamma^2 + l^2\alpha^2 + 2nl\gamma\alpha\cos B$$
$$\nu^2 = l^2\alpha^2 + m^2\beta^2 + 2lm\alpha\beta\cos\Gamma$$

Setzt man diese Werthe von λ^2, μ^2, ν^2 den vorigen gleich, so ergiebt sich

$$s^2 - 2sl\alpha\cos\xi + l^2\alpha^2 = m^2\beta^2 + n^2\gamma^2 + 2mn\beta\gamma\cos A$$
$$s^2 - 2sm\beta\cos\eta + m^2\beta^2 = n^2\gamma^2 + l^2\alpha^2 + 2nl\gamma\alpha\cos B$$
$$s^2 - 2sn\gamma\cos\zeta + n^2\gamma^2 = l^2\alpha^2 + m^2\beta^2 + 2lm\beta\gamma\cos\Gamma$$

Ferner durch Addition dieser drei Gleichungen

$$3s^2 - 2s(l\alpha\cos\xi + m\beta\cos\eta + n\gamma\cos\zeta) = l^2\alpha^2 + m^2\beta^2 + n^2\gamma^2 + 2mn\beta\gamma\cos A + 2nl\gamma\alpha\cos B + 2lm\alpha\beta\cos\Gamma$$

mithin weil

$$s = l\alpha\cos\xi + m\beta\cos\eta + n\gamma\cos\zeta$$

ist,

$$s^2 = l^2\alpha^2 + m^2\beta^2 + n^2\gamma^2 + 2mn\beta\gamma\cos A + 2nl\gamma\alpha\cos B + 2lm\alpha\beta\cos\Gamma$$

und

$$s = \sqrt{(l^2\alpha^2 + m^2\beta^2 + n^2\gamma^2 + 2mn\beta\gamma\cos A + 2nl\gamma\alpha\cos B + 2lm\alpha\beta\cos\Gamma)}$$

Durch diese Formel wird der Abstand der Mittelpunkte von irgend zweien der parallelepipedischen Molecule ausgedrückt, und mithin auch der Abstand der Mittelpunkte von irgend zweien der statt ihrer substituirten sphärischen Atome. Um die verschiedenen Werthe dieser letztern Abstände zu erhalten, hat man daher nur anstatt l, m, n successiv alle positiven und negativen ganzen Zahlen darein zu substituiren. Es ergeben sich hierdurch die folgenden Werthe

$$
\begin{aligned}
&\alpha\\
&\beta\\
&\gamma\\
&\sqrt{(\beta^2+\gamma^2-2\beta\gamma\cos A)}\\
&\sqrt{(\alpha^2+\gamma^2-2\gamma\alpha\cos B)}\\
&\sqrt{(\alpha^2+\beta^2-2\alpha\beta\cos \Gamma)}\\
&\sqrt{(\beta^2+\gamma^2+2\beta\gamma\cos A)}\\
&\sqrt{(\alpha^2+\gamma^2+2\gamma\alpha\cos B)}\\
&\sqrt{(\alpha^2+\beta^2+2\alpha\beta\cos \Gamma)}\\
&\sqrt{(\alpha^2+\beta^2+\gamma^2+2\beta\gamma\cos A-2\gamma\alpha\cos B-2\alpha\beta\cos \Gamma)}\\
&\sqrt{(\alpha^2+\beta^2+\gamma^2-2\beta\gamma\cos A+2\gamma\alpha\cos B-2\alpha\beta\cos \Gamma)}\\
&\sqrt{(\alpha^2+\beta^2+\gamma^2-2\beta\gamma\cos A-2\gamma\alpha\cos B+2\alpha\beta\cos \Gamma)}\\
&\sqrt{(\alpha^2+\beta^2+\gamma^2+2\beta\gamma\cos A+2\gamma\alpha\cos B+2\alpha\beta\cos \Gamma)}\\
&2\alpha\\
&2\beta\\
&2\gamma\\
&\sqrt{(4\beta^2+\gamma^2-4\beta\gamma\cos A)}\\
&\sqrt{(\beta^2+4\gamma^2-4\beta\gamma\cos A)}\\
&\sqrt{(\alpha^2+4\gamma^2-4\gamma\alpha\cos B)}\\
&\sqrt{(4\alpha^2+\gamma^2-4\gamma\alpha\cos B)}\\
&\sqrt{(4\alpha^2+\beta^2-4\alpha\beta\cos \Gamma)}\\
&\sqrt{(\alpha^2+4\beta^2-4\alpha\beta\cos \Gamma)}\\
&\sqrt{(4\beta^2+\gamma^2+4\beta\gamma\cos A)}\\
&\sqrt{(\beta^2+4\gamma^2+4\beta\gamma\cos A)}\\
&\sqrt{(\alpha^2+4\gamma^2+4\gamma\alpha\cos B)}\\
&\sqrt{(4\alpha^2+\gamma^2+4\gamma\alpha\cos B)}\\
&\sqrt{(4\alpha^2+\beta^2+4\alpha\beta\cos \Gamma)}\\
&\sqrt{(\alpha^2+4\beta^2+4\alpha\beta\cos \Gamma)}\\
&\text{etc.}
\end{aligned}
$$

Iſt nun die wechſelſeitige Wirkung, welche zwei Atome auf einander ausüben, blos eine Funktion des Abſtandes ihrer Mittelpunkte, ſo müſſen die Werthe dieſes Abſtandes, wobei ſie null wird, eine nach einem gewiſſen Geſetze regelmäſsig fortſchreitende Reihe bilden. Soll daher jene Wirkung in jedem Abſtande null ſeyn, worin ſich bei der angenommenen

Digitized by Google

Stellungsart der Atome die Mittelpunkte von irgend zweien derſelben befinden, ſo müſſen auch dieſe Abſtände ſämmtlich Glieder einer ſolchen Reihe ſeyn. Dieſes hat, wie die obige Tabelle zeigt, nicht bei allen beliebigen Werthen der Kanten α, β, γ und Winkel A, B, Γ des Elementarparallelepipedes des Syſtems Statt, aber doch bei gewiſſen ſpeciellen, als z. B. in dem ſehr einfachen Fall, wenn die Kanten ſämmtlich gleich, die Winkel ſämmtlich rechte ſind. Denn bezeichnet man alsdann die Länge der Kanten durch v, ſo verwandelt ſich, wegen $\cos A = o$, $\cos B = o$, $\cos \Gamma = o$, der allgemeine Ausdruck für die Abſtände der Mittelpunkte der Atome in

$$v \sqrt{(l^2 + m^2 + n^2)},$$

und ein jeder dieſer Abſtände iſt ein Glied der Reihe

$$v\sqrt{1},\ v\sqrt{2},\ v\sqrt{3},\ v\sqrt{4},\ v\sqrt{5},\ v\sqrt{6},\ \text{etc.}$$

Wird daher die Wirkung der Atome durch eine Funktion des Abſtandes ihrer Mittelpunkte ausgedrückt, welche die Eigenſchaft hat, für einen jeden in dieſer Reihe enthaltenen Werth dieſes Abſtandes null zu werden, ſo geſchieht dieſes in jedem Abſtande von zweien Atomen des Syſtems, und das Syſtem iſt ein Gleichgewicht. Hat die Funktion zugleich die Eigenſchaft, daſs, eine *abſtoſsende* Kraft als *poſitiv*, eine *anziehende* als *negativ* betrachtet, ein jeder der erwähnten Durchgänge ihres Werthes durch null aus *poſitiv* in *negativ* geſchieht, ſo geht dabei die Wirkung der Atome beſtändig aus einer abſtoſsenden in eine anziehende über, und das Gleichgewicht derſelben iſt ein *ſtabiles*.

Zu den Funktionen, welche dieſe Eigenſchaften beſitzen, gehört z. B. wenn s den Abſtand der Mittel-

Digitized by Google

punkte zweier Atome, und π die Peripherie eines Kreiſes vom Durchmeſſer 1 bezeichnet, die Funktion

$$-\sin\left(\frac{2\pi s^2}{v^2}\right)$$

Denn der Sinus eines Bogens iſt vom Bogen o bis zum Bogen π, oder von 0° bis 180° poſitiv, geht bei dieſem Werth in negativ über, bleibt negativ bis zum Bogen 2π oder 360°, wo er wieder durch null in poſitiv übergeht; von hier an bleibt er poſitiv bis zum Bogen 3π oder 540°, geht dort in negativ über, bleibt negativ bis zum Bogen 4π oder 720°, geht hier zum zweitenmal in poſitiv über und ſo abwechſelnd bei jedem ungeraden Vielfachen von π oder 180° aus poſitiv in negativ, bei jedem geraden aus negativ in poſitiv. Dadurch, daſs man dem Sinus das Minus-Zeichen vorſetzt, wird ſein Werth der entgegengeſetzte des vorigen, und geht daher nun bei jedem ungeraden Vielfachen von π aus negativ durch null in poſitiv, bei jedem geraden aus poſitiv durch null in negativ über. Die in der obigen Reihe enthaltenen Abſtände ſind ſämmtlich Produkte von v in Quadratwurzeln ganzer Zahlen; für jeden derſelben wird daher der Bogen $\frac{2\pi s^2}{v^2}$ ein gerades Vielfaches von π, und der Werth der Funktion

$$-\sin\left(\frac{2\pi s^2}{v^2}\right)$$

geht dabei aus poſitiv in negativ über, wie es für das ſtabile Gleichgewicht der Atome nothwendig iſt. Als der wahre Ausdruck für die wechſelſeitige Wirkung der Atome feſter Körper kann aber deſſen ungeachtet dieſe Funktion nicht betrachtet werden. Denn der Sinus wächſt vom Bogen o bis zum Bogen $\frac{\pi}{2}$ oder 90°,

Digitized by Google

erreicht hier mit dem Werth +1, ſein poſitives Maximum, nimmt dann bei der weitern Zunahme des Bogens ab, geht bei π oder 180° in negativ über, und erreicht bei $\frac{3\pi}{2}$ oder 270° ſeinen gröſsten negativen Werth, —1; von hier an nähert er ſich null wieder, geht bei 2π in poſitiv über, erreicht bei $\frac{5\pi}{2}$ ſeinen gröſsten poſitiven, bei $\frac{7\pi}{2}$ ſeinen gröſsten negativen Werth zum zweitenmal, und ſo, wenn k eine ganze Zahl bezeichnet, abwechſelnd bei einem jeden unter der Form $\frac{(4k+1)\pi}{2}$ enthaltenen Bogen ſeinen gröſsten poſitiven Werth, +1, bei einem jeden unter der Form $\frac{(4k+3)\pi}{2}$ enthaltenen ſeinen gröſsten negativen, —1. Es kehren daher bei dem Ausdruck

$$\sin\left(\frac{2\pi s^2}{v^2}\right)$$

und ebenſo auch bei dem Ausdruck

$$-\sin\left(\frac{2\pi s^2}{v^2}\right)$$

deſſen Werth beſtändig der entgegengeſetzte von dem des erſtern iſt, die in den geringſten Abſtänden Statt habenden gröſsten poſitiven und negativen Werthe, auch in den gröſsten wieder. Würde daher die wechſelſeitige Wirkung der Atome feſter Körper durch die Funktion $-\sin\left(\frac{2\pi s^2}{v^2}\right)$ ausgedrückt, ſo müſsten die Maxima ihrer Anziehung und Abſtoſsung in den gröſsten Abſtänden die nämlichen ſeyn, wie in den geringſten. Hiervon aber lehrt die Erfahrung das Gegentheil. Denn iſt einmal der Zuſammenhang der Theile der feſten Körper überwunden, und die Theile

Digitized by Google

nur bis zum geringſten wahrnehmbaren Abſtande von einander entfernt, ſo äuſsern ſie nicht die geringſte merkliche Anziehung oder Abſtoſsung mehr auf einander, und die Intenſität ihrer wechſelſeitigen Wirkung muſs daher ebenſo, wie die der anziehenden und abſtoſsenden Kräfte, woraus die Haarröhrchen-Erſcheinungen, die Brechung und die Zurükwerfung der Lichtſtrahlen erklärt werden *), mit zunehmender Entfernung ſo rapid abnehmen, daſs ſie ſchon in jedem wahrnehmbaren Abſtande in Vergleichung mit der, bei der Berührung Statt habenden Intenſität verſchwindet. Daſs die obige Funktion auch dieſer Eigenſchaft der wechſelſeitigen Wirkung der Theile der feſten Körper Genüge leiſtet, kann indeſſen auf eine ſehr einfache Art dadurch bewirkt werden, daſs man ſie durch den Faktor e^{-fs^2} multiplicirt **), worin

*) Siehe Laplace, Mécanique céleste, tom. 4. pag. 233, supplément au 10me livre, pag. 1, 2. Biot, Traité de physique expériment. et mathémat. tom. 1, pag. 438, 439, tom. 3, pag. 257, 192. Deſſen Précis élémentaire de physique 1re édit. tom. 1, pag. 294, tom. 2, pag. 148, 103.

**) Da

$$\sin\varphi = \frac{e^{\varphi\sqrt{-1}} - e^{-\varphi\sqrt{-1}}}{2}$$

iſt, ſo kann der hierdurch entſtehende neue Ausdruck für die wechſelſeitige Wirkung der Atome

$$-e^{-fs^2}\sin\left(\frac{2\pi s^2}{v^2}\right)$$

in die einfache Form

$$\left\{\frac{e^{\left(-f+\frac{2\pi\sqrt{-1}}{v^2}\right)s^2} - e^{\left(-f-\frac{2\pi}{v^2}\sqrt{-1}\right)s^2}}{2}\right\}\sqrt{-1}$$

gebracht werden.

die Baſis das natürlichen Logarithmen-Syſtems und f ne ſehr groſse poſitive Zahl bedeutet. Da dieſer Faktor r jeden (nicht imaginären) Werth des Abſtandes po- iv iſt, ſo ſind die Werthe des hierdurch entſtehenden nen Ausdruckes $-e^{-fs^2}\sin\left(\frac{2\pi s^2}{v^2}\right)$ noch bei den näm- hen Werthen des Abſtandes poſitiv, null und nega- v, wie die des vorigen, und er entſpricht mithin den edingungen des *ſtabilen Gleichgewichtes* der Atome enſo wie dieſer. Um ihm die Eigenſchaft zu geben, ſs ſeine gröſsten poſitiven und gröſsten negativen Werthe ſchon bei einem ſehr geringen Abſtande in ergleichung mit denjenigen als verſchwindend be- achtet werden können, welche in einem noch ſehr elmal geringern, von null äuſserſt wenig vorſchie- nen Abſtande Statt haben, hat man nur f hinläng- h groſs, v hinlänglich gering zu nehmen. Denn erdurch kann für jeden von null verſchiedenen Werth von s der Werth von e^{fs^2} beliebig groſs, mit- n der Werth des Faktors e^{-fs^2}, und, weil der ab- ute Werth des Faktors $-\sin\left(\frac{2\pi s^2}{v^2}\right)$ die Einheit nie erſteigt, zugleich auch der abſolute Werth des uen Ausdrucks beliebig klein gemacht werden. Für n Abſtand null hingegen iſt der Werth des Faktors $^{fs^2}$ der Einheit gleich, für einen nur äuſserſt wenig n null verſchiedenen Abſtand nur wenig geringer; r abſolute Werth des Faktors $-\sin\left(\frac{2\pi s^2}{v^2}\right)$ iſt für en in der Reihe

$$\frac{v\sqrt{1}}{2}, \frac{v\sqrt{3}}{2}, \frac{v\sqrt{5}}{2}, \frac{v\sqrt{7}}{2}, \frac{v\sqrt{9}}{2}, \text{ etc.}$$

thaltenen Abſtand 1; giebt man daher durch eine

Digitized by Google

ſchickliche Wahl von v den erſten Gliedern dieſer Reihe Werthe, die nur äuſserſt wenig von null verſchieden ſind, ſo werden die ihnen correſpondirenden gröſsten poſitiven und gröſsten negativen Werthe des Ausdrucks $-e^{-fs^2}\sin\left(\frac{2\pi s^2}{v^2}\right)$ nur wenig von 1 verſchieden ſeyn, während die, in einem noch ſehr geringen Abſtande Statt habenden ſchon ſo klein ſind, daſs ſie in Vergleichung mit 1 als verſchwindend betrachtet werden können.

Setzt man z. B. $f = 100000000000000$ und $v = 0{,}000000001$, ſo ſind die bei den Abſtänden

$$\frac{v\sqrt{1}}{2},\ \frac{v\sqrt{3}}{2},\ \frac{v\sqrt{5}}{2},\ \frac{v\sqrt{7}}{2},\ \text{etc.}$$

Statt habenden gröſsten poſitiven und negativen Werthe des Ausdrucks $-e^{-fs^2}\sin\left(\frac{2\pi s^2}{v^2}\right)$

$-0{,}999975$, $+0{,}999925$, $-0{,}999875$, $+0{,}999825$, etc.;

diejenigen hingegen, die den Abſtänden

$$\frac{v\sqrt{4000001}}{2} \quad \text{und} \quad \frac{v\sqrt{4000003}}{2}$$

oder

$$0{,}000001 \quad \text{und} \quad 0{,}000001$$

zukommen, nur noch

$-0{,}00000\,00000\,00000\,00000\,00000\,00000\,00000\,00000\,00037{\cdot}1998$

und

$+0{,}00000\,00000\,00000\,00000\,00000\,00000\,00000\,00000\,00037{\cdot}1980$

Das durch die Funktion $-e^{-fs^2}\sin\left(\frac{2\pi s^2}{v^2}\right)$ ausgedrückte Geſetz für die wechſelſeitige Wirkung der Atome feſter Körper entſpricht alſo der äuſserſt rapiden Abnahme der Intenſität dieſer Wirkung, und wenn man bei den Atomen die Stellungs-Art voraus-

Digitized by Google

ſetzt, die ſie durch eine Subſtitution anſtatt Haüy's cubiſcher molécules intégrantes oder molécules soustractives erhalten, zugleich auch den Bedingungen ihres ſtabilen Gleichgewichtes. Aus dieſem Geſetze erklärt ſich mithin der Bau aller Kryſtalle, deren Formen nach Haüys Art aus cubiſchen Moleculen abgeleitet werden können. Nun giebt es aber auſser dem Fall, wenn die Kanten des Elementar-Parallelepipedes einander gleich und ſeine Winkel ſämmtlich rechte ſind, eine unendliche Menge anderer Fälle, wobei die Abſtände der Atome eines parallelepipediſchen Syſtems ſämmtlich Producte von v in Quadrat-Wurzeln ganzer Zahlen ſind. Denn damit dieſes Statt hat, iſt blos nothwendig, daſs für alle anſtatt l, m, n geſetzten ganzen Zahlen der allgemeine Ausdruck für die Quadrate dieſer Abſtände

$$l^2\alpha^2 + m^2\beta^2 + n^2\gamma^2 + 2mn\beta\gamma\cos A + 2nl\gamma\alpha\cos B + 2lm\alpha\beta\cos\Gamma$$

ein ganzes Vielfaches von v^2, und mithin die Gröſse

$$\frac{l^2\alpha^2}{v^2} + \frac{m^2\beta^2}{v^2} + \frac{n^2\gamma^2}{v^2} + \frac{2mn\beta\gamma\cos A}{v^2} + \frac{2nl\gamma\alpha\cos B}{2} + \frac{2lm\alpha\beta\cos\Gamma}{v^2}$$

eine ganze Zahl iſt. Das Letztere aber geſchieht, wenn jedes einzelne Glied dieſer Gröſse eine ganze Zahl iſt, und mithin, wenn jede der Gröſsen

$$\frac{\alpha^2}{v^2}, \quad \frac{2\beta\gamma\cos A}{v^2},$$

$$\frac{\beta^2}{v^2}, \quad \frac{2\gamma\alpha\cos B}{v^2},$$

$$\frac{\gamma^2}{v^2}, \quad \frac{2\alpha\beta\cos\Gamma}{v^2},$$

eine ganze Zahl iſt. Setzt man dieſe letztern ſechs Gröſsen reſpective den ganzen Zahlen a, b, c, a', b', c' gleich, ſo ergeben ſich aus den hierdurch entſtehenden Gleichungen

Digitized by Google

$$\frac{\alpha^2}{v^2} = a \qquad \frac{2\beta\gamma\cos A}{v^2} = a'$$

$$\frac{\beta^2}{v^2} = b \qquad \frac{2\gamma\alpha\cos B}{v^2} = b'$$

$$\frac{\gamma^2}{v^2} = c \qquad \frac{2\alpha\beta\cos\Gamma}{v^2} = c'$$

für α, β, γ, $\cos A$, $\cos B$, $\cos\Gamma$ die Werthe

$$\alpha = v\sqrt{a} \;, \qquad \cos A = \frac{a'}{2\sqrt{bc}} \;,$$

$$\beta = v\sqrt{b} \;, \qquad \cos B = \frac{b'}{2\sqrt{ca}} \;,$$

$$\gamma = v\sqrt{c} \;, \qquad \cos\Gamma = \frac{c'}{2\sqrt{ab}} \;,$$

welche der Natur dieſer Gröſsen entſprechen, wenn die Zahlen a, b, c poſitiv ſind, die Werthe von $\cos A$, $\cos B$, $\cos\Gamma$ zwiſchen den Gränzen -1 und $+1$ enthalten, und zugleich ſo beſchaffen, daſs die Summe der zugehörigen Winkel kleiner als 360° iſt. Um aber für a, b, c, a', b', c' dieſen Bedingungen genügende Zahlen zu erhalten, kann man für die drei erſten davon drei beliebige poſitive annehmen, deren Quadrate reſpective kleiner ſind, als die Producte $4bc$, $4ca$, $4ab$. Es iſt alsdann, wegen

$$a'^2 < 4bc \;, \quad b'^2 < 4ca \;, \quad c'^2 < 4ab \;,$$

auch

$$\frac{a'^2}{4bc} < 1 \;, \quad \frac{b'^2}{4ca} < 1 \;, \quad \frac{c'^2}{4ab} < 1 \;,$$

und mithin jede der Gröſsen

$$\frac{a'}{2\sqrt{bc}} \;, \quad \frac{b'}{2\sqrt{ca}} \;, \quad \frac{c'}{2\sqrt{ab}} \;,$$

zwiſchen den Gränzen -1 und $+1$ eingeſchloſſen. Da nun keiner der Winkel A, B, Γ gröſser als 180° ſeyn kann, ſo müſſen dafür die zwiſchen 0° und 180°

Digitized by Google

liegenden, den obigen Werthen von cos A, cos B, cos Γ zugehörigen Winkel genommen werden. Hat man daher für keine, oder nur für eine einzige der Zahlen a', b', c' eine negative genommen, so ist entweder jeder, oder wenigstens zwei dieser Cosinus positiv, mithin entweder jeder der Winkel A, B, Γ kleiner als 90°, oder zwei davon kleiner als 90°, der dritte kleiner als 180°, und ihre Summe immer kleiner als 360°. Hat man für mehr als eine der Zahlen a', b', c' eine negative genommen, so ist auch mehr als einer der Winkel A, B, Γ gröfser als 90°, und ihre Summe kann 360° übersteigen. Dieser Fehler aber kann immer dadurch verbessert werden, dafs man anstatt einer oder anstatt mehrerer der negativen Zahlen kleinere nimmt; hierdurch werden die negativen Cosinus näher an null, und mithin die zugehörigen Winkel näan 90° gebracht.

Es läfst sich also eine unendliche Menge verschiedener ganzer Zahlen finden, die anstatt a, b, c, a', b', c' in die Gleichungen

$$\alpha = v\sqrt{a} \qquad \cos A = \frac{a'}{2\sqrt{bc}}$$

$$\beta = v\sqrt{b} \qquad \cos B = \frac{b'}{2\sqrt{ca}}$$

$$\gamma = v\sqrt{c} \qquad \cos \Gamma = \frac{c'}{2\sqrt{ab}}$$

gesetzt, den Bedingungen Genüge leisten, welche durch die Natur der Gröfsen α, β, γ cos A, cos B, cos Γ gefordert werden. Es giebt mithin eine unendliche Menge verschiedener Werthe dieser Gröfsen, wobei die Quadrate der Abstände der Atome eines parallelepipedischen Systems sämmtlich ganze Vielfache von v^2 sind, und daher die Atome vermöge des ange-

Digitized by Google

gebenen Geſetzes ihrer wechſelſeitigen Wirkung im ſtabilen Gleichgewicht. Verſchiedene Werthe von a, b, c, a', b', c' geben verſchiedene Werthe von α, β, γ, $\cos A$, $\cos B$, $\cos \Gamma$ *) mithin für die, aus dem parallelepipediſchen Syſtem ſich ergebenden Kryſtallformen verſchiedene Winkel, und es erklärt ſich aus jenem Geſetz der Bau einer unendlichen Menge Kryſtalle von verſchiedenen, nicht auf einander zurückführbaren Formen. Es erklärt ſich daraus der Bau eines jeden Kryſtalls, deſſen Form ſich aus einem parallelepipediſchen Syſtem ableiten läſst, wobei die Gröſsen α^2, β^2, γ^2, $2\beta\gamma \cos A$, $2\gamma\alpha \cos B$, $2\alpha\beta \cos \Gamma$ ganze Vielfache der nämlichen Gröſse ſind. Nimmt man aber die vervielfachenden Zahlen hinlänglich groſs, ſo laſſen ſich für alle Werthe jener Gröſsen ganze Vielfache einer andern Gröſse angeben, die ihnen zwar nicht immer genau gleich, aber doch bis auf jeden beliebig geringen Unterſchied nahe kommen. Denn durch eine Entwicklung dieſer Werthe in continuirliche Brüche laſſen ſich Brüche ganzer Zahlen erhalten, die ihnen ſo nahe kommen, als man nur immer will. Sind die auf dieſe Art für die erwähnten ſechs Gröſsen gefundenen Brüche, auf den kleinſten gemeinſchaftlichen Nenner gebracht,

*) Nur in dem Fall, wenn bei zwei verſchiedenen Reihen zuſammen gehöriger Werthe von a, b, c, a', b', c' der Werth einer jeden dieſer Zahlen in der einen Reihe das nämliche Vielfache ihres Werthes in der andern iſt, geben beide Reihen gleiche Verhältniſſe von α, β, γ, und gleiche Werthe von $\cos A$, $\cos B$, $\cos \Gamma$, und die aus den zugehörigen Syſtemen abgeleiteten Kryſtallformen haben gleiche Winkel.

Digitized by Google

$$\frac{f}{k} \; , \; \frac{g}{k} \; , \; \frac{h}{k} \; , \; \frac{f'}{k} \; , \; \frac{g'}{k} \; , \; \frac{h'}{k} \; ,$$

w eine ganze Zahl, und man ſetzt

$$v^2 = \frac{1}{kw} \; ,$$

ſo wird

$$fwv^2 = \frac{f}{k} \; , \qquad f'wv^2 = \frac{f'}{k} \; ,$$

$$gwv^2 = \frac{g}{k} \; , \qquad g'wv^2 = \frac{g'}{k} \; ,$$

$$hwv^2 = \frac{h}{k} \; , \qquad h'wv^2 = \frac{h'}{k} \; ,$$

und fwv^2, gwv^2, hwv^2, $f'wv^2$, $g'wv^2$, $h'wv^2$ ſind ſechs ganze Vielfache von v^2, die, weil ſie reſpective den Brüchen $\frac{f}{k}$, $\frac{g}{k}$, $\frac{h}{k}$, $\frac{f'}{k}$, $\frac{g'}{k}$, $\frac{h'}{k}$ gleich ſind, den gegebenen Werthen von $\alpha^2, \beta^2, \gamma^2, 2\beta\gamma \cos A, 2\gamma\alpha \cos B, 2\alpha\beta \cos \Gamma$ bis zum verlangten geringen Unterſchied nahe kommen. Die aus den Meſſungen der Winkel der Kryſtalle folgenden Werthe dieſer Gröſsen werden ſich daher immer bis zu innerhalb der Gränze der wahrſcheinlichen Beobachtungsfehler liegenden Unterſchiede genau durch ganze Vielfache der nämlichen Gröſse darſtellen laſſen, und es wird mithin daraus nie die Unrichtigkeit der hier über den innern Bau der Kryſtalle aufgeſtellten Hypotheſe gefolgert werden können. Umgekehrt aber kann man als einen Beweis für die Richtigkeit dieſer Hypotheſe anſehen, daſs die, von Haüy aus ſeinen Meſſungen der Winkel der Kryſtalle abgeleiteten Werthe von $\alpha^2, \beta^2, \gamma^2, 2\beta\gamma \cos A, 2\gamma\alpha \cos B, 2\alpha\beta \cos \Gamma$, blos mit Ausnahme der, für den Gyps, für den Borax und für den Feld-

ſpath angegebenen, ſämmtlich in kleinen Zahlen genau als ganze Vielfache der nämlichen Gröſse dargeſtellt werden können. Es zeigt dieſes die folgende Tabelle, welche in der erſten Columne die Namen derjenigen von Haüy unterſuchten mineraliſchen Subſtanzen, deren Kryſtalle eine hinlänglich genaue Meſſung der Winkel verſtatten, nach ſeiner und nach Werners Nomenclatur enthält; in den ſechs folgenden, die von ihm für die parallelepipediſchen molécules intégrantes oder molécules soustractives dieſer Subſtanzen, aus ſeinen Winkelmeſſungen abgeleiteten Verhältniſſe der Kanten α, β, γ, und die Werthe der Coſinus der durch die Kanten gebildeten Winkel A, B, Γ; in den ſechs letzten, die ſich hieraus ergebenden Werthe von $\alpha^2, \beta^2, \gamma^2, 2\beta\gamma \cos A, 2\gamma\alpha \cos B, 2\alpha\beta \cos \Gamma$, für jede anſtatt ω geſetzte ganze Zahl als ganze Vielfache der Gröſse v^2 dargeſtellt.

Digitized by Google

	Verhältnisse der Kanten			Werthe von			Werthe von					
	α	β	γ	$\cos A$	$\cos B$	$\cos \Gamma$	α^2	β^2	γ^2	$2\beta\gamma\cos A$	$2\gamma\alpha\cos B$	$2\alpha\beta\cos\Gamma$
Chaux carbonatée (Kalkspath W.)	1	1	1	$-\frac{1}{5}$	$-\frac{1}{5}$	$-\frac{1}{5}$	$5wv^2$	$5wv^2$	$5wv^2$	$-2wv^2$	$-2wv^2$	$-2wv^2$
Arragonite (Arragonit W.)	$\sqrt{87}$	$\sqrt{87}$	$\sqrt{92}$	$\sqrt{\frac{23}{87}}$	$\sqrt{\frac{23}{87}}$	$\frac{21}{87}$	$87wv^2$	$87wv^2$	$92wv^2$	$92wv^2$	$92wv^2$	$102wv^2$
Chaux phosphatée (Apatit W.)	$\sqrt{2}$	$\sqrt{2}$	1	0	0	$\frac{1}{2}$	$2wv^2$	$2wv^2$	wv^2	0	0	$2wv^2$
Chaux fluatée (Flussspath W.)	1	1	1	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	wv^2	wv^2	wv^2	wv^2	wv^2	wv^2
Chaux sulfatée (Gyps W.) *)												
Baryte sulfatée (Schwerspath W.)	$\sqrt{20}$	$\sqrt{20}$	$\sqrt{21}$	0	0	$\frac{1}{5}$	$20wv^2$	$20wv^2$	$21wv^2$	0	0	$8wv^2$
Strontiane sulfatée (Cölestin W.)	$\sqrt{129}$	$\sqrt{129}$	$\sqrt{128}$	0	0	$\frac{1}{43}$	$129wv^2$	$129wv^2$	$128wv^2$	0	0	$66wv^2$
Magnésie boratée (Boracit W.)	1	1	1	0	0	0	wv^2	wv^2	wv^2	0	0	0
Magnésie sulfatée (Bittersalz W.)	$\sqrt{3}$	$\sqrt{3}$	$\sqrt{2}$	0	0	0	$3wv^2$	$3wv^2$	$2wv^2$	0	0	0
Chaux boratée siliceuse (Datholit W.)	$\sqrt{3}$	$\sqrt{3}$	$\sqrt{40}$	0	0	$\frac{1}{9}$	$9wv^2$	$9wv^2$	$40wv^2$	0	0	$6wv^2$
Potasse nitratée (Salpeter W.)	$\sqrt{173}$	$\sqrt{173}$	$\sqrt{128}$	$\sqrt{\frac{32}{173}}$	$\sqrt{\frac{32}{173}}$	$\frac{83}{173}$	$173wv^2$	$173wv^2$	$128wv^2$	$128wv^2$	$128wv^2$	$166wv^2$
oder	$\sqrt{173}$	$\sqrt{173}$	$\sqrt{180}$	$\sqrt{\frac{45}{173}}$	$\sqrt{\frac{45}{173}}$	$\frac{109}{173}$	$173wv^2$	$173wv^2$	$180wv^2$	$180wv^2$	$180wv^2$	$218wv^2$
Potasse sulfatée	1	1	1	$\frac{1}{25}$	$\frac{1}{25}$	$\frac{1}{25}$	$25wv^2$	$25wv^2$	$25wv^2$	$2wv^2$	$2wv^2$	$2wv^2$
Soude muriatée (Steinsalz W.)	1	1	1	0	0	0	wv^2	wv^2	wv^2	0	0	0
Soude boratée (Borax W.)	$\sqrt{270}$	$\sqrt{312}$	$\sqrt{91}$	$\frac{1}{\sqrt{13}}$	0	0	$270wv^2$	$312wv^2$	$91wv^2$	$4\sqrt{456}$	0	0
Soude carbonatée (Mineralkali W.)	$\sqrt{14}$	$\sqrt{12}$	$\sqrt{5}$	$\sqrt{\frac{3}{80}}$	$\sqrt{\frac{7}{40}}$	$\sqrt{\frac{21}{32}}$	$14wv^2$	$12wv^2$	$5wv^2$	$3wv^2$	$7wv^2$	$21wv^2$
Ammoniaque muriatée (Salmiak W.)	1	1	1	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	wv^2	wv^2	wv^2	wv^2	wv^2	wv^2

Bb 2

*) $\alpha : \beta : \gamma = -1440 + 1080\sqrt{3} : 2025 - 900\sqrt{3} : 1144$, $\cos A = 0$, $\cos B = 0$, $\cos \Gamma = \frac{-3+4\sqrt{3}}{10}$

$\alpha^2 = (5572800 - 3110400\sqrt{3})\, wv^2$, $\beta^2 = (6530625 - 3645000\sqrt{3})\, wv^2$, $\gamma^2 = 1308736\, wv^2$, $2\beta\gamma\cos A = 0$,

$2\gamma\alpha\cos B = 0$, $2\alpha\beta\cos\Gamma = (11858400 - 6755400\sqrt{3})\, wv^2$

Digitized by Google

	Verhältniſſe der Kanten			Werthe von			Werthe von					
	α	β	γ	$\cos A$	$\cos B$	$\cos \Gamma$	α^2	β^2	γ^2	$2\beta\gamma\cos A$	$2\gamma\alpha\cos B$	$2\alpha\beta\cos\Gamma$
Alumine sulfatée alcaline (Alaun W.)	1	1	1	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$w v^2$	$w v^2$	$w v^2$	$w v^2$	$w v^2$	$w v^2$
Glauberite (Glauberit)	$\sqrt{77}$	$\sqrt{77}$	$\sqrt{32}$	$\sqrt{\frac{8}{77}}$	$\sqrt{\frac{8}{77}}$	$\frac{13}{77}$	$77 w v^2$	$77 w v^2$	$32 w v^2$	$32 w v^2$	$32 w v^2$	$26 w v^2$
Quarz (Quarz W.)	1	1	1	$-\frac{1}{14}$	$-\frac{1}{14}$	$-\frac{1}{14}$	$7 w v^2$	$7 w v^2$	$7 w v^2$	$-w v^2$	$-w v^2$	$-w v^2$
Zircon (Zirkon, Hyazinth W.)	5	5	6	$\frac{3}{5}$	$\frac{3}{5}$	$\frac{7}{25}$	$25 w v^2$	$25 w v^2$	$36 w v^2$	$36 w v^2$	$36 w v^2$	$14 w v^2$
Corindon (Korund, Saphir, Diamantſpath W.)	1	1	1	$\frac{1}{16}$	$\frac{1}{16}$	$\frac{1}{16}$	$8 w v^2$	$8 w v^2$	$8 w v^2$	$w v^2$	$w v^2$	$w v^2$
Cymophane (Chryſoberyll W.)	$\sqrt{6}$	$\sqrt{3}$	$\sqrt{2}$	0	0	0	$6 w v^2$	$3 w v^2$	$2 w v^2$	0	0	0
Spinelle (Spinell, Zeylonit W.)	1	1	1	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$w v^2$	$w v^2$	$w v^2$	$w v^2$	$w v^2$	$w v^2$
Emeraude (Smaragd, Beryll W.)	1	1	1	0	0	$\frac{1}{2}$	$w v^2$	$w v^2$	$w v^2$	0	0	$w v^2$
Euclase (Euklas W.)	$\sqrt{108}$	$\sqrt{77}$	$\sqrt{32}$	$\sqrt{\frac{32}{77}}$	0	0	$108 w v^2$	$77 w v^2$	$32 w v^2$	$64 w v^2$	0	0
Grenat (Granat, Pyrop, Melanit W.)	1	1	1	$-\frac{1}{3}$	$-\frac{1}{3}$	$-\frac{1}{3}$	$3 w v^2$	$3 w v^2$	$3 w v^2$	$-2 w v^2$	$-2 w v^2$	$-2 w v^2$
Amphygène (Leuzit W.)	1	1	1	0	0	0	$w v^2$	$w v^2$	$w v^2$	0	0	0
Idocrase (Veſuvian W.)	$\sqrt{7}$	$\sqrt{7}$	$\sqrt{8}$	0	0	0	$7 w v^2$	$7 w v^2$	$8 w v^2$	0	0	0
Feldspath (Feldſpath W.)	$\sqrt{38}$	$\sqrt{11}$	$\sqrt{33}$	$\sqrt{\frac{2}{11}}$	$\sqrt{\frac{1}{11}}$	$\sqrt{\frac{11}{33}}$	$38 w v^2$	$11 w v^2$	$33 w v^2$	$2\sqrt{66}$	$2\sqrt{66}$	$22 w v^2$
Turmaline (Schörl W.)	1	1	1	$-\frac{11}{27}$	$-\frac{1}{27}$	$-\frac{17}{27}$	$27 w v^2$	$27 w v^2$	$27 w v^2$	$-22 w v^2$	$-22 w v^2$	$-22 w v^2$
Amphibole (Baſaltiſche Hornblende, Strahlſtein, Tremolith W.)	$\sqrt{263}$	$\sqrt{263}$	$\sqrt{16}$	$-\sqrt{\frac{4}{263}}$	$-\sqrt{\frac{4}{263}}$	$-\frac{243}{263}$	$263 w v^2$	$263 w v^2$	$16 w v^2$	$-16 w v^2$	$-16 w v^2$	$-286 w v^2$
Pyroxène (Augit, Sahlit W.)	$\sqrt{313}$	$\sqrt{313}$	$\sqrt{52}$	$\sqrt{\frac{13}{313}}$	$\sqrt{\frac{13}{313}}$	$\frac{265}{313}$	$313 w v^2$	$313 w v^2$	$52 w v^2$	$52 w v^2$	$52 w v^2$	$50 w v^2$
Yenite (Lievrit W.)	$\sqrt{59}$	$\sqrt{59}$	12	$\sqrt{\frac{59}{89}}$	$\sqrt{\frac{59}{89}}$	$\frac{48}{89}$	$59 w^2$	$59 w^2$	$144 w v^2$	$14\{ w v^2$	$144 w v^2$	$90 w v^2$
oder	$\sqrt{59}$	$\sqrt{59}$	$\sqrt{28}$	$\sqrt{\frac{7}{89}}$	$\sqrt{\frac{7}{89}}$	$-\frac{13}{89}$	$59 w v^2$	$59 w v^2$	$28 w v^2$	$28 w v^2$	$28 w v^2$	$26 w v^2$
Staurotide (Staurolith W.)	$\sqrt{44}$	$\sqrt{44}$	1	0	0	$\frac{7}{11}$	$44 w v^2$	$44 w v^2$	$w v^2$	0	0	$56 w v^2$
Hypersthène (Paulit W.)	$\sqrt{8}$	$\sqrt{8}$	1	0	0	$\frac{1}{3}$	$24 w v^2$	$24 w v^2$	$3 w v^2$	0	0	$16 w v^2$
Paranthine (Skapolith W.)	$\sqrt{3}$	$\sqrt{3}$	1	0	0	0	$3 w v^2$	$3 w v^2$	$w v^2$	0	0	0
Mésotipe (Faſer-Zeolith W.)	$\sqrt{5}$	$\sqrt{5}$	2	0	0	0	$5 w v^2$	$5 w v^2$	$2 w v^2$	0	0	0

Digitized by Google

Stilbite (Strahl-Zeolith u. Blätter-Zeolith W.)	$\sqrt{72}$	5	$\sqrt{12}$	0	0	0	$72wv^2$	$25wv^2$	$12wv^2$	0	0	0
Prehnite (Prehnit W.)	$\sqrt{41}$	$\sqrt{41}$	$\sqrt{21}$	0	0	$\frac{9}{41}$	$41wv^2$	$41wv^2$	$21wv^2$	0	0	$18wv^2$
Chabasie (Schabasit W.)	1	1	1	$-\frac{1}{16}$	$-\frac{1}{16}$	$-\frac{1}{16}$	$8wv^2$	$8wv^2$	$8wv^2$	$-wv^2$	$-wv^2$	$-wv^2$
Analcime (Cubizit W.)	1	1	1	0	0	0	wv^2	wv^2	wv^2	0	0	0
Nepheline (Nephelin W.)	$\sqrt{14}$	$\sqrt{14}$	$\sqrt{3}$	0	0	$\frac{1}{2}$	$14wv^2$	$14wv^2$	$3wv^2$	0	0	$14wv^2$
Harmotome (Kreuzstein W.)	$\sqrt{13}$	$\sqrt{13}$	$\sqrt{18}$	$\frac{3}{\sqrt{26}}$	$\frac{3}{\sqrt{26}}$	$\frac{4}{13}$	$13wv^2$	$13wv^2$	$18wv^2$	$18wv^2$	$18wv^2$	$8wv^2$
Péridot (Krysolith W.)	$\sqrt{5}$	5	$\sqrt{8}$	0	0	0	$5wv^2$	$25wv^2$	$8wv^2$	0	0	0
Mica (Glimmer W.)	2	2	$\sqrt{27}$	0	0	$\frac{1}{2}$	$4wv^2$	$4wv^2$	$27wv^2$	0	0	4
Argent antimonié-sulfuré (Rothgültigerz W.)	1	1	1	$-\frac{1}{4}$	$-\frac{1}{4}$	$-\frac{1}{4}$	$2wv^2$	$2wv^2$	$2wv^2$	$-wv^2$	$-wv^2$	$-wv^2$
Mercure sulfuré (Zinnober W.)	1	1	1	$\frac{6}{11}$	$\frac{5}{11}$	$\frac{5}{11}$	$11wv^2$	$11wv^2$	$11wv^2$	$10wv^2$	$10wv^2$	$10wv^2$
Plomb sulfuré (Bleiglanz W.)	1	1	1	0	0	0	wv^2	wv^2	wv^2	0	0	0
Plomb chromaté (Rothbleierz W.)	$\sqrt{39}$	39	2	$\frac{1}{\sqrt{39}}$	$\frac{1}{\sqrt{39}}$	$\frac{8}{39}$	$39wv^2$	$39wv^2$	$4wv^2$	$4wv^2$	$4wv^2$	$6wv^2$
Plomb carbonaté (Weifs-Bleierz W.)	$\sqrt{13}$	$\sqrt{13}$	$\sqrt{8}$	$\sqrt{\frac{2}{13}}$	$\sqrt{\frac{2}{13}}$	$\frac{7}{13}$	$13wv^2$	$13wv^2$	$8wv^2$	$8wv^2$	$8wv^2$	$14wv^2$
oder	$\sqrt{13}$	$\sqrt{13}$	$\sqrt{12}$	$\sqrt{\frac{2}{13}}$	$\sqrt{\frac{2}{13}}$	$\frac{9}{13}$	$13wv^2$	$13wv$	$12wv^2$	$12wv^2$	$12wv^2$	$18wv^2$
Plomb phosphaté (Grün- und Braun-Bleierz W.)	1	1	1	$-\frac{5}{19}$	$-\frac{5}{19}$	$-\frac{5}{19}$	$19wv^2$	$19wv^2$	$19wv^2$	$-10wv^2$	$-10wv^2$	$-10wv^2$
Plomb molybdaté (Gelb-Bleierz W.)	$\sqrt{41}$	$\sqrt{41}$	$\sqrt{32}$	$\sqrt{\frac{8}{41}}$	$\sqrt{\frac{8}{41}}$	$\frac{25}{41}$	$41wv^2$	$41wv^2$	$32wv^2$	$32wv^2$	$32wv^2$	$50wv^2$
Plomb sulfaté (Blei-Vitriol W.)	$\sqrt{79}$	$\sqrt{79}$	8	$\sqrt{\frac{16}{79}}$	$\sqrt{\frac{16}{79}}$	$\frac{1}{79}$	$79wv^2$	$79wv^2$	$64wv^2$	$64wv^2$	$64wv^2$	$2wv^2$
oder	$\sqrt{79}$	$\sqrt{79}$	$\sqrt{156}$	$\sqrt{\frac{39}{79}}$	$\sqrt{\frac{39}{79}}$	$\frac{47}{79}$	$79wv^2$	$79wv^2$	$156wv^2$	$156wv^2$	$156wv^2$	$94wv^2$
Cuivre pyriteux (Kupferkies W.)	1	1	1	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	wv^2	wv^2	wv^2	wv^2	wv^2	wv^2
Cuivre gris (Fahlerz W.)	1	1	1	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	wv^2	wv^2	wv^2	wv^2	wv^2	wv^2
Cuivre oxydulé (Roth-Kupfererz W.)	1	1	1	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	wv^2	wv^2	wv^2	wv^2	wv^2	wv^2
Cuivre dioptase (Kupfersmaragd W.)	1	1	1	$-\frac{10}{53}$	$-\frac{10}{53}$	$-\frac{10}{53}$	$53wv^2$	$53wv^2$	$53wv^2$	$-38wv^2$	$-38wv^2$	$-38wv^2$

Digitized by Google

	Verhältniſſe der Kanten			Werthe von			Werthe von					
	α	β	γ	$\cos A$	$\cos B$	$\cos \Gamma$	α^2	β^2	γ^2	$2\beta\gamma\cos A$	$2\gamma\alpha\cos B$	$2\alpha\beta\cos\Gamma$
Fer oxydulé (Magnet-Eiſenſtein W.)	1	1	1	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$w v^2$	$w v^2$	$w v^2$	$w v^2$	$w v^2$	$w v^2$
Fer oligiste (Eiſenglanz W.)	1	1	1	$\frac{1}{19}$	$\frac{1}{19}$	$\frac{1}{19}$	$19 w v^2$	$19 w v^2$	$19 w v^2$	$2 w v^2$	$2 w v^2$	$2 w v^2$
Fer arsénical (Gemeiner Arſenik-Kies W.)	$\sqrt{22}$	$\sqrt{22}$	$\sqrt{21}$	0	0	$\frac{4}{11}$	$22 w v^2$	$22 w v^2$	$21 w v^2$	0	0	$16 w v^2$
Fer sulfuré (Schwefelkies W.)	1	1	1	0	0	0	$w v^2$	$w v^2$	$w v^2$	0	0	0
Fer sulfaté (Eiſen-Vitriol W.)	1	1	1	$\frac{9}{17}$	$\frac{9}{17}$	$\frac{9}{17}$	$17 w v^2$	$17 w v^2$	$17 w v^2$	$6 w v^2$	$6 w v^2$	$6 w v^2$
Etain oxydé (Zinnſtein W.)	7	7	$\sqrt{80}$	$\frac{\sqrt{20}}{7}$	$\frac{\sqrt{20}}{7}$	$\frac{9}{49}$	$49 w v^2$	$49 w v^2$	$80 w v^2$	$80 w v^2$	$80 w v^2$	$18 w v^2$
Zinc oxydé ſilicifère (Galmei W.)	$\sqrt{33}$	$\sqrt{33}$	$\sqrt{68}$	$\sqrt{\frac{17}{33}}$	$\sqrt{\frac{17}{33}}$	$\frac{25}{33}$	$33 w v^2$	$33 w v^2$	$68 w v^2$	$68 w v^2$	$68 w v^2$	$50 w v^2$
	$\sqrt{33}$	$\sqrt{33}$	4	$\frac{2}{\sqrt{33}}$	$\frac{2}{\sqrt{33}}$	$-\frac{1}{33}$	$33 w v^2$	$33 w v^2$	$16 w v^2$	$16 w v^2$	$16 w v^2$	$-2 w v^2$
Zinc sulfuré (Blende W.)	1	1	1	$-\frac{1}{3}$	$-\frac{1}{3}$	$-\frac{1}{3}$	$3 w v^2$	$3 w v^2$	$3 w v^2$	$-2 w v^2$	$-2 w v^2$	$-2 w v^2$
Bismuth natif (Gediegen Wismuth W.)	1	1	1	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$w v^2$	$w v^2$	$w v^2$	$w v^2$	$w v^2$	$w v^2$
Cobalt arsénical (Speiſskobalt W.)	1	1	1	0	0	0	$w v^2$	$w v^2$	$w v^2$	0	0	0
Cobalt gris (Glanzkobalt W.)	1	1	1	0	0	0	$w v^2$	$w v^2$	$w v^2$	0	0	0
Arsénic sulfuré (Rauſchgelb W.)	$\sqrt{13}$	$\sqrt{13}$	$\sqrt{6}$	$\sqrt{\frac{3}{26}}$	$\sqrt{\frac{3}{26}}$	$\frac{5}{13}$	$13 w v^2$	$13 w v^2$	$6 w v^2$	$6 w v^2$	$6 w v^2$	$10 w v^2$
Manganèse oxydé (Grau-Braunſteinerz W.)	$\sqrt{41}$	$\sqrt{41}$	$\sqrt{6}$	0	0	0	$41 w v^2$	$41 w v^2$	$6 w v^2$	0	0	0
Antimoine natif (Gediegen Spieſsglanz W.)	1	1	1	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$w v^2$	$w v^2$	$w v^2$	$w v^2$	$w v^2$	$w v^2$
Urane oxydé (Uranglimmer W.)	1	1	$\sqrt{10}$	0	0	0	$w v^2$	$w v^2$	$10 w v^2$	0	0	0
Titane oxydé (Rutil W.)	$\sqrt{5}$	$\sqrt{5}$	$\sqrt{6}$	0	0	0	$5 w v^2$	$5 w v^2$	$6 w v^2$	0	0	0
Titane anatase (Octaëdrit W.)	$\sqrt{173}$	$\sqrt{173}$	$\sqrt{8}$	$\sqrt{\frac{2}{173}}$	$\sqrt{\frac{2}{173}}$	$\frac{169}{173}$	$173 w v^2$	$173 w v^2$	$8 w v^2$	$8 w v^2$	$8 w v^2$	$338 w v^2$
Schéelin ferruginé (Wolfram W.)	$\sqrt{3}$	2	$\sqrt{12}$	0	0	0	$3 w v^2$	$4 w v^2$	$12 w v^2$	0	0	0

Digitized by Google

Schéelin calcaire (Schwerſtein W.)	$\sqrt{5}$	$\sqrt{5}$	$\sqrt{3}$	$\sqrt{\frac{3}{2\frac{5}{6}}}$	$\sqrt{\frac{3}{2\frac{5}{6}}}$	$\frac{7}{7\frac{5}{6}}$	$5\omega v^2$	$5\omega v^2$	$3\omega v^2$	$3\omega v^2$	$3\omega v^2$	$7\omega v^2$
Diamant (Diamant W.)	1	1	1	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{8}$	ωv^2	ωv^2	ωv^2	ωv^2	ωv^2	ωv^2
Mellite (Honigſtein W.)	5	5	$\sqrt{32}$	$\frac{\sqrt{8}}{6}$	$\frac{\sqrt{8}}{6}$	$\frac{9}{2\frac{1}{2}}$	$25\omega v^2$	$25\omega v^2$	$32\omega v^2$	$32\omega v^2$	$32\omega v^2$	$18\omega v^2$

Man kann ferner als einen Beweis für die Richtigkeit der obigen Hypotheſe über den innern Bau der Kryſtalle anſehen, daſs ſowohl die äuſsern Formen der Kryſtalle, als die Formen, womit ihre natürlichen Trennungsflächen parallel gehen, ausſchlieſslich nur ſolche ſind, die auf eine mit ihrer innern Structur übereinſtimmende Art aus einer, dem Princip, daſs die Quadrate der Abſtände ihrer Atome ſämmtlich ganze Vielfache der nämlichen Gröſse ſind, Genüge leiſtenden parallelepipediſchen Stellungs-Art der Atome abgeleitet werden können, und daſs ſelbſt ſehr einfache und regelmäſsige, aber aus ſolchen Stellungs-Arten nicht ableitbare polyedriſchen Formen, z. B. das reguläre Icoſaëder, das reguläre Pentagonal-Dodecaëder *), das reguläre fünf- und ſiebenſeitige Prisma auch unter den Formen der Kryſtalle nicht vorkommen.

*) Siehe Haüy Traité de crystallographie, Tom. 2, pag. 23. 31.

Verbeſſerungen.

Seite 237 Zeile 7 von unten, ſtatt „Erklärung“ lies „Erklärungen“
- 239 - 17 - oben, iſt „weiter“ auszuſtreichen.
- 243 - 6 - unten, ſtatt „Fig. 1. 2. 3“ lies „Fig. 1. 3 u. 4“
- 246 - 1 - - iſt „abhängt“ auszuſtreichen.

Digitized by Google

II.

Allgemeine Bemerkungen über die Temperaturen des Erdkörpers und des Raumes, in welchem ſich die Planeten bewegen;

von

Herrn Fourier.

(Fortſetzung.)

Man kann auf eine ziemlich genäherte Art den Wärmegrad beſtimmen, welchen die Erdkugel erreichen würde, wenn ſie an die Stelle eines der Planeten geſetzt wird; aber die Temperatur des Planeten ſelbſt kann man nicht angeben, denn dazu müſste man die Beſchaffenheit ſeiner Oberfläche und ſeiner Atmoſphäre kennen. Dieſe Ungewiſsheit findet jedoch nicht für die an den Gränzen unſeres Sonnenſyſtems liegenden Körper Statt, wie z. B. für den Uranus. Die Einwirkung der Sonnenſtrahlen auf dieſen Planeten iſt offenbar unmerklich, und die Temperatur ſeiner Oberfläche wenig von der in den planetariſchen Räumen oder an den Polen der Erde Statt findenden verſchieden. Ich habe dieſs Reſultat kürzlich in einer vor der Akademie gehaltenen Vorleſung entwickelt. Man ſieht, daſs dieſe Folgerung ſich nun auf die entfernteren Planeten anwenden läſst und daſs wir kein Mittel beſitzen, die mittlere Temperatur der anderen planetariſchen Körper mit einiger Genauigkeit zu beſtimmen.

Digitized by Google

Die Bewegungen der Luft und der Gewäſſer, die Ausdehnung der Meere, die Höhe und Geſtalt des Bodens, die Wirkungen der menſchlichen Induſtrie und alle zufälligen Veränderungen der Erdoberfläche, ändern die Temperatur eines jeden Klima ab. Die Charactere der von allgemeinen Urſachen herrührenden Erſcheinungen ſind bleibend; aber die an der Oberfläche beobachteten thermometriſchen Wirkungen weichen von denen ab, welche ohne den Einfluſs dieſer Nebenumſtände Statt finden.

Die Beweglichkeit der Gewäſſer und der Luft mäſsigen die Wirkungen der Wärme und Kälte; ſie machen die Vertheilung derſelben gleichförmiger; aber es iſt unmöglich, daſs die Wirkung der Atmoſphäre jene allgemeine Urſache erſetzen könnte, welche die gemeinſchaftliche Temperatur der planetariſchen Räume unterhält; wenn jene Urſache nicht vorhanden wäre, ſo würde man ungeachtet der Wirkungen der Atmoſphäre und der Meere, auſserordentliche Unterſchiede zwiſchen den Temperaturen der Polar- und Aequatoralregionen wahrnehmen.

Es iſt ſchwer zu erkennen, wie weit der Einfluſs der Atmoſphäre auf die mittlere Temperatur des Erdkörpers reicht, da man bei dieſer Unterſuchung von keiner regelmäſsigen mathematiſchen Theorie geleitet wird. Jedoch verdankt man dem berühmten Sauſſure einen Verſuch, welcher ſehr geeignet zu ſeyn ſcheint, dieſe Frage zu löſen. Der Verſuch beſtand darin, daſs er den Sonnenſtrahlen ein Gefäſs ausſetzte, welches mit einer oder mehreren recht durchſichtigen Glasplatten in einigem Abſtand übereinander bedeckt war. Das Innere des Gefäſses ward mit einer

Digitized by Google

dicken Bekleidung von geſchwärztem Kork gefüttert, um die Wärme aufzufangen und zu bewahren. In dem Gefäſse und in jedem der Räume zwiſchen den Glasplatten waren Thermometer angebracht, welche den Wärmegrad der daſelbſt befindlichen erhitzten Luft angaben. Dieſes Inſtrument wurde um Mittagszeit den Sonnenſtrahlen ausgeſetzt und man ſah bei verſchiedenen Verſuchen das Thermometer des Gefäſses ſich auf 70, 80, 100, 110° R. und darüber erheben. Die Thermometer in den Zwiſchenräumen erreichten viel geringere Wärmegrade, die von dem Boden des Kaſtens ab, bis zum äuſserſten Zwiſchenraum abnahmen.

Die Einwirkung der Sonnenwärme auf Luft, welche von durchſichtigen Mitteln eingeſchloſſen iſt, hat man ſchon ſeit langer Zeit beobachtet. Der ſo eben beſchriebene Apparat hatte zur Abſicht, die erlangte Wärme auf ihr Maximum zu bringen und vor allem die Wirkung der Sonne auf einem ſehr hohen Berge mit der zu vergleichen, welche in einer tiefer liegenden Ebene Statt hat. Dieſe Beobachtung iſt eben ſo merkwürdig durch die richtigen als durch die ausgedehnten Folgerungen, welche der Erfinder aus ihnen abgeleitet hat. Sie iſt mehrere Male zu Paris und Edinburg wiederholt worden und hat ähnliche Reſultate gegeben.

Die Theorie dieſes Inſtrumentes iſt leicht zu begreifen. Es reicht hin zu bemerken, daſs 1) die erhaltene Wärme ſich anhäuft, weil ſie nicht unmittelbar durch Erneuerung der Luft weggeführt werden kann, 2) daſs die von der Sonne ausſtrahlende Wärme in ihren Eigenſchaften von der dunklen Wärme abweicht. Die Sonnenſtrahlen dringen in

ziemlich beträchtlicher Menge durch die Gläser in alle Zwischenräume ein, bis zu dem Boden des Kastens. Sie erhitzen die Luft und die Wände, welche dieselbe umschliessen; alsdann hört die ihnen mitgetheilte Wärme auf, leuchtend zu seyn und behält nur die gewöhnlichen Eigenschaften der dunklen Wärme. In diesem Zustande kann sie nicht die Glasplatten durchdringen, welche das Gefäss bedecken; sie häuft sich immer mehr und mehr in dem von schlecht leitender Materie eingeschlossenen Raume an und die Temperatur erhebt sich so weit bis die hinzuströmende Wärme genau derjenigen gleich ist, welche entweicht. Man wird diese Erklärung bestätigen und die Folgerungen deutlicher machen, wenn man die Bedingungen verändert, z. B. gefärbte oder geschwärzte Gläser anwendet und die Räume, welche die Thermometer enthalten, luftleer macht. Wenn man diese Wirkung durch den Calcul untersucht, so findet man Resultate, die völlig mit den durch die Beobachtung gegebenen übereinstimmen. Es ist nöthig, diese Ordnung der Thatsachen und der Resultate der Rechnung aufmerksam zu betrachten, wenn man den Einfluss der Atmosphäre und der Gewässer auf den thermometrischen Zustand der Erde untersuchen will.

In der That, wenn alle Luftschichten, aus welchen die Atmosphäre gebildet ist, ihre Dichte und Durchsichtigkeit behielten und nur die ihnen eigene Beweglichkeit verlören, so würde die solchergestalt festgewordene Masse, den Sonnenstrahlen ausgesetzt, eine Wirkung erzeugen von gleicher Art mit der, welche so eben beschrieben wurde. Die Wärme, welche im Zustand als Licht bis zur festen Erde ge-

Digitized by Google

langt, würde augenblicklich und faſt gänzlich ihrer Eigenſchaft feſte, durchſichtige Körper zu durchdringen, beraubt; ſie würde ſich in den untern Schichten der Atmoſphäre anhäufen und dieſen dadurch eine ſehr hohe Temperatur mittheilen. Zugleich würde man, von der Erde aus gegangen, eine Abnahme der erlangten Wärme wahrnehmen.

Die Luft, welche ſich durch ihre Beweglichkeit nach allen Richtungen begiebt, und ſich erhebt, wenn ſie erwärmt wird, gleich wie die Strahlung der dunklen Wärme in die Luft, verringern die Intenſität der Wirkungen, welche unter einer durchſichtigen und feſten Atmoſphäre Statt haben, ohne jedoch die Natur dieſer Wirkungen gänzlich zu verändern. Die Abnahme der Wärme in den höhern Regionen der Luft hört keinesweges auf und die Temperatur kann durch die Vermittlung der Atmoſphäre vermehrt werden, weil die Wärme im leuchtenden Zuſtand weniger Hinderniſſe findet um die Atmoſphäre zu durchdringen, als um in die Luft zurückzukehren, wenn ſie in dunkle Wärme verwandelt iſt.

Wir wollen nun die Wärme betrachten, welche der Erdkörper zur Zeit der Bildung der Planeten beſaſs, und welche unter dem Einfluſs der kalten Temperatur des planetariſchen Himmels fortwährend zur Oberfläche entweicht.

Die Meinung eines innern, durch mehrere groſse Vorgänge beſtändig erzeugten Feuers hat ſich zu allen Zeiten der Naturforſchung erneuert. Das Ziel, welches ich mir heute geſetzt habe und was die jüngſten Fortſchritte der mathematiſchen Wiſſenſchaften zu erreichen erlauben, beſteht darin, zu erkennen,

Digitized by Google

nach welchem Gesetze eine massive Kugel, die sehr lange in einem erhitzten Mittel verweilte, ihre ursprüngliche Wärme allmählig verliert, wenn dieselbe in einen Raum von einer constanten aber niedrigern Temperatur als das erste Mittel gebracht wird. Vorzugsweise haben wir die Untersuchung zur Absicht, ob die gegenwärtige Temperatur der Erde noch ferner merklichen Veränderungen unterworfen seyn wird.

Die Gestalt des Erdsphäroïdes, die regelmäfsige Anordnung der innern Schichten, welche die Pendelversuche kennen lehrten, ihre mit der Tiefe wachsende Dichte und mehrere andere Betrachtungen beweisen sämmtlich, dafs eine sehr hohe Wärme einstmals alle Theile des Erdkörpers durchdrungen hat. Diese Wärme entweicht durch die Strahlung in den umgebenden Raum, dessen Temperatur weit unter der liegt, bei welcher Wasser gefriert. Der mathematische Ausdruck des Erkaltungsgesetzes zeigt, dafs die ursprüngliche Wärme in einer sphärischen Masse von so grofser Ausdehnung wie die Erde, viel schneller an der Oberfläche abnimmt, als in den Theilchen, die in einer grofsen Tiefe liegen. Diese behalten fast ihre ganze Wärme während einer überaus langen Zeit. Die Wahrheit dieses Schlusses erleidet keinen Zweifel, da wir die Zeit für metallische Substanzen berechnet haben, welche viel besser leiten, als die Bestandtheile des Erdkörpers.

Es ist indefs klar, dafs die Theorie allein, das Gesetz nicht vorzeichnen kann, welchem die Erscheinungen unterworfen sind. Es bleibt noch übrig zu untersuchen, ob man in den Schichten des Erdballes, wel-

Digitized by Google

ie wir zu durchdringen vermögen, Spuren dieſer
ntralwärme finde. Man muſs z. B. unterſuchen,
unterhalb der Erdoberfläche, in Tiefen, wo die
glichen und jährlichen Variationen gänzlich aufge-
irt haben, die Temperaturen der Punkte einer in das
nere der feſten Erde verlängerten Vertikallinie ſich
it zunehmender Tiefe erhöhen. Alle durch die un-
rrichtetſten Phyſiker unſerer Tage geſammelten und
prüften Beobachtungen haben nun gelehrt, daſs ei-
ſolche Temperaturzunahme wirklich vorhanden
y und ſie ungefähr 1°C. auf 30 bis 40 Meter betrage.
ie hieher gehörigen Beobachtungen, mit welchen man
neueſter Zeit die Akademie unterhalten hat, beſtä-
gen die früher beobachteten Thatſachen.

Die theoretiſche Aufgabe, welche wir uns vorge-
gt haben, bezweckt: die Folgerungen aufzufinden,
e ſich mit Sicherheit aus dieſer einzigen durch die
obachtung gegebenen Thatſache ableiten laſſen, und
unterſuchen, ob ſie beſtimmt: 1) die Lage der
ärmequelle, 2) den Temperaturüberſchuſs, wel-
er noch an der Oberfläche vorhanden iſt.

Es iſt leicht zu ſchlieſsen und es folgt überdieſs
s einer ſtrengen Analyſis, daſs die Temperatur-
nahme im Sinne der Tiefe nicht durch die fort-
ſetzte Wirkung der Sonne erzeugt worden ſeyn
nn. Die von dieſem Geſtirn ausgeſtrömte Wärme
t ſich zwar im Innern der Erde angehäuft, aber die
nahme derſelben hat faſt gänzlich aufgehört; und
nn die Anhäufung noch fortdauerte, ſo würde die
nahme genau in einem entgegengeſetzten Sinne
tt finden, wie wir ſie ſo eben bezeichneten.

Digitized by Google

Die Urſache, welche den tieferen Schichten eine höhere Temperatur mittheilt, iſt alſo eine innere, beſtändige oder veränderliche Wärmequelle, unterhalb den Punkten liegend, bis zu welchen man gelangen konnte. Dieſe Urſache erhöht die Temperatur der Erdoberfläche über den Werth, welchen ihr die alleinige Wirkung der Sonne ertheilt. Dieſer Ueberſchuſs iſt aber faſt unmerklich geworden; wir überzeugten uns hiervon durch das mathematiſche Verhältniſs, welches zwiſchen dem Anwuchs auf einem Meter und der Gröſse vorhanden iſt, um welche die Temperatur der Erdoberfläche diejenige überſteigt, die ohne die erwähnte Wärmequelle Statt finden würde. Es gilt uns gleich, den Temperaturanwuchs für die Einheit der Tiefe oder den Temperaturüberſchuſs der Oberfläche zu meſſen.

Bei einer Eiſenkugel würde ein Temperaturanwuchs von $\frac{1}{10}$° C. auf einen Meter die Temperatur der Oberfläche nur um $\frac{1}{4}$° C erhöhen. Dieſe Erhöhung ſteht, bei Gleichbleibung aller übrigen Umſtände, im geraden Verhältniſſe zum Wärmeleitungsvermögen der Subſtanz. Mithin iſt der Temperaturüberſchuſs, welchen die Erdoberfläche zufolge dieſer innern Wärmequelle darbietet, ſehr klein, wahrſcheinlich kleiner als $\frac{1}{10}$° C. Wohl zu merken iſt, daſs die letzte Folgerung auf alle Vorausſetzungen anwendbar bleibt, die man über die Natur jener Wärmequelle machen könnte; ſey es, daſs man dieſe als örtlich oder allgemein, beſtändig oder veränderlich anſieht.

Unterſucht man mit Aufmerkſamkeit und nach den Grundſätzen der Mechanik alle hinſichtlich der Geſtalt des Erdkörpers gemachten Beobachtungen, ſo

kann man nicht zweifeln, dafs die Erde bei ihrer Entſtehung eine ſehr hohe Temperatur erhielt, und andererſeits zeigen die thermometriſchen Beobachtungen, dafs die gegenwärtige Vertheilung der Wärme auf der Erdrinde genau diejenige iſt, welche Statt finden würde, wenn der Erdball in einem Mittel von ſehr hoher Temperatur gebildet worden und ſich darauf beſtändig erkaltet habe. Es iſt wichtig, die Uebereinſtimmung dieſer beiden Gattungen von Beobachtungen zu bemerken.

Die Aufgabe über die Erdtemperaturen iſt uns ſtets als einer der wichtigſten Gegenſtände des cosmologiſchen Studiums erſchienen und wir hatten dieſelbe vorzugsweiſe im Auge, als wir die mathematiſche Theorie der Wärme aufſtellten. Seit unſeren erſten Unterſuchungen waren wir begierig, das Geſetz der innern Temperaturen einer ſoliden Kugel zu kennen, die durch Eintauchung in ein Mittel urſprünglich erhitzt, und darauf in ein kälteres Mittel gebracht worden. Die ſchon erwähnte Abhandlung vom J. 1807 enthält die vollſtändige Löſung dieſer zuvor nie behandelten Aufgabe. Wir haben auch den veränderlichen Zuſtand einer Kugel betrachtet, welche folgweiſe und auf eine beliebige Dauer zweien oder mehreren Mitteln von verſchiedener Temperatur ausgeſetzt geweſen, und darauf in einem Raum von unveränderlicher Temperatur dem Erkalten überlaſſen worden. Nachdem wir die allgemeinen Folgerungen der Löſung dieſer Aufgabe gefunden hatten, behandelten wir beſonders den Fall, wo die urſprüngliche in dem erhitzten Mittel erlangte Temperatur der ganzen Maſſe gemeinſam geworden und indem wir der ſoliden Kugel eine ausnehmende Gröſse beilegten, unterſuchten wir, nach welcher Fort-

fchreitung die Temperatur in den der Oberfläche zunächſtliegenden Schichten abnehmen würde. Wendet man die Reſultate der Analyſe auf den Erdkörper an, um zu erkennen, was die allmähligen Folgen einer ähnlichen urſprünglichen Bildung ſeyn würden, ſo ſieht man, daſs der Temperaturanwuchs von $\frac{1}{30}$° C. auf einen Meter, betrachtet als aus der innern Wärme entſpringend, ehemals viel gröſser war, und daſs er gegenwärtig mit einer auſserordentlichen Langſamkeit abnimmt, ſo daſs mehr als 30000 Jahre verſtreichen müſſen, bevor ſein jetziger Werth auf die Hälfte herabſinkt. Was den Temperaturüberſchuſs an der Oberfläche betrifft, ſo verändert ſich derſelbe nach dem nämlichen Geſetze; die ſeculäre Verminderung oder die Gröſse, um welche derſelbe innerhalb eines Jahrhunderts abnimmt, iſt gleich ſeinem jetzigen Werth, dividirt durch die doppelte Zahl der Jahrhunderte, welche ſeit dem Anfange der Erkaltung verfloſſen ſind, und da uns eine Gränze dieſer Zahl durch die geſchichtlichen Ueberlieferungen gegeben iſt, ſo kann man daraus ſchlieſsen, daſs, von den Zeiten der griechiſchen Schule zu Alexandrien an, die Temperatur der Oberfläche ſich vermöge dieſer Urſache nur um $\frac{1}{100}$ eines hunderttheiligen Grades verringert hat. Man findet hier denſelben Charakter von Unveränderlichkeit, welchen gegenwärtig alle groſse Erſcheinungen des Weltalls darbieten. Dieſe Unveränderlichkeit iſt übrigens ein nothwendiges Reſultat und hängt nicht von der Betrachtung des urſprünglichen Zuſtandes ab, weil der gegenwärtige Ueberſchuſs der Temperatur ausnehmend klein iſt und er ſich während einer unendlich langen Zeit verringern wird.

Digitized by Google

Die Wirkung der urſprünglichen Wärme, welche die Erde behalten hat, iſt alſo auf der Erdoberfläche ſo zu ſagen unmerklich geworden; aber ſie zeigt ſich ſchon in zugänglichen Tiefen, weil daſelbſt die Temperatur der Schichten mit der Entfernung von der Oberfläche zunimmt. Dieſer Anwuchs auf die Einheit des Maſses bezogen, wird nicht denſelben Werth in gröſseren Tiefen beſitzen; er vermindert ſich mit dieſer Tiefe; aber dieſelbe Theorie zeigt uns, daſs die überſchüſſige Temperatur, welche an der Oberfläche faſt Null iſt, in einer Tiefe von einigen Myriametern ungeheuer groſs ſeyn kann, ſo daſs die Wärme der zwiſchenliegenden Schichten, die der glühenden Materien bei weitem überſchreiten kann.

Im Verlauf von Jahrhunderten erleiden die inneren Temperaturen groſse Veränderungen; aber an der Oberfläche haben dieſe Veränderungen aufgehört und die beſtändige Entweichung der eigenen Wärme kann für die Zukunft keine Erkältung des Klimas hervorbringen. Es iſt wichtig zu bemerken, daſs die mittlere Temperatur eines Ortes durch andere zufällige Urſachen Veränderungen erleiden kann, die unvergleichlich gröſser ſind, als die, welche aus der ſeculären Abkühlung des Erdballes erfolgen.

Die Begründung und die Fortſchritte der Civiliſation, die Wirkung der Naturkräfte, können auf ſehr groſsen ausgedehnten Landſtrecken die Beſchaffenheit des Bodens, die Vertheilung der Gewäſſer und die groſsen Bewegungen der Luft abändern. Solche Vorgänge ſind geeignet im Verlauf von Jahrhunderten einen Einfluſs auf die mittlere Wärme auszuüben; denn die analytiſchen Ausdrücke enthalten

Coëfficienten, die sich auf die Beschaffenheit der Oberfläche beziehen und einen grofsen Einfluſs auf den Werth der Temperatur haben.

Obgleich die Wirkung der innern Wärme nicht mehr an der Erdoberfläche merkbar ist, so läſst sich dennoch die totale Menge dieser Wärme, welche innerhalb einer gegebenen Zeit, z. B. innerhalb eines Jahres oder Jahrhunderts, verstreicht, messen und wir haben sie bestimmt. Diejenige, welche im Verlauf eines Jahrhunderts eine Fläche von einem Quadratmeter durchdringt und sich in den Himmelsraum ausbreitet, könnte eine Eissäule schmelzen, die diesen Quadratmeter zur Basis und ungefähr 3 Meter zur Höhe hätte.

Diese Folgerung fliefst aus einem Hauptsatze, der allen Aufgaben über die Bewegung der Wärme zukommt und vor allem auf die der Erdtemperaturen eine Anwendung findet; ich spreche hier von der Differentialgleichung, welche für jeden gegebenen Augenblick den Zustand der Oberfläche ausdrückt. Diese Gleichung, deren Wahrheit leicht einzusehen und zu beweisen ist, giebt eine einfache Beziehung zwischen der Temperatur eines Elementes der Fläche und der senkrechten Bewegung der Wärme. Besonders ist diefs theoretische Resultat darum wichtig, weil es unabhängig ist von der Form und Gröfse der Körper und immer Statt findet, wie auch die Natur der homogenen oder heterogenen Substanzen seyn mag, aus welchen die innere Masse besteht. Die Folgerungen, welche man aus dieser Gleichung ableitet, sind also absolut, und behalten für jede mögliche materielle Beschaffenheit und jeden möglichen ursprünglichen Zu-

Digitized by Google

ſtand des Erdkörpers ihre Anwendung. Nachdem die Principien der Aufgabe über die Temperaturen der Erde einzeln erklärt worden, hat man noch alle ſo eben beſchriebene Wirkungen unter einem allgemeinen Geſichtspunkt zu vereinigen und dadurch wird man ſich eine richtige Idee von dem Geſammten der Erſcheinungen machen.

Die Erde empfängt die Strahlen der Sonne, welche in ihre Maſſe eindringen und ſich daſelbſt in dunkle Wärme verwandeln; ſie beſitzt auch ſeit ihrer Entſtehung eine eigenthümliche Wärme, welche fortwährend zur Oberfläche hinaus entweicht; endlich empfängt ſie auch die Licht- und Wärmeſtrahlen der unzählbaren Geſtirne, zwiſchen welchen das Sonnenſyſtem gelagert iſt. Das ſind die drei Haupturſachen, die die Temperatur der Erde beſtimmen. Die dritte, nämlich der Einfluſs der Geſtirne, kann gleich geſetzt werden dem Daſeyn einer unendlich groſsen, von allen Seiten geſchloſſenen Hülle, deren conſtante Temperatur wenig unter derjenigen liegt, die wir in den Polarregionen beobachten.

Man könnte ohne Zweifel bei der ſtrahlenden Wärme bisher unbekannte Eigenſchaften vorausſetzen, die die Stelle der urſprünglichen, dem Raume beigelegten Temperatur verträten. Indeſs laſſen ſich alle bekannte Thatſachen bei dem gegenwärtigen Zuſtand der phyſikaliſchen Wiſſenſchaften auf natürliche Weiſe erklären, ohne zu andern als auf poſitive Beobachtungen ſich ſtützenden Eigenſchaften ſeine Hülfe zu nehmen. Es reicht hin ſich vorzuſtellen, daſs die planetariſchen Körper in einem Raume von conſtanter Temperatur befindlich ſind. Ich habe

Digitized by Google

unterſucht, wie groſs dieſe Temperatur ſeyn müſste, damit die thermometriſchen Erſcheinungen denen ähnlich wären, die wir beobachten, und habe gefunden, daſs ſie gänzlich von dieſen abweichen würden, wenn man eine abſolute Kälte des Raumes annähme; wenn man aber nach und nach die gemeinſchaftliche Temperatur der Hülle höher annimmt, ſo ſieht man Erſcheinungen entſtehen, die denen, welche wir kennen, ähnlich ſind. Man kann demnach behaupten, daſs die gegenwärtigen Erſcheinungen denen gleich ſind, welche erzeugt würden, wenn die Strahlung der Geſtirne allen Punkten des planetariſchen Raumes die angezeigte Temperatur mittheilte.

Die urſprüngliche innere Wärme, welche noch nicht entwichen iſt, erzeugt nur eine ſehr geringe Wirkung an der Oberfläche der Erde; ſie verräth ſich durch eine Erhöhung der Temperatur in den tiefen Erdſchichten. In ſehr groſsen Abſtänden von der Oberfläche kann ſie die höchſten Temperaturen überſchreiten, die man ſchon gemeſſen hat.

Die Wirkung der Sonnenſtrahlen iſt in den Schichten an der Oberfläche der Erde periodiſch; in den tiefen Orten iſt ſie beſtändig. Dieſe feſte Temperatur der innern Theile iſt nicht überall die nämliche; ſie hängt hauptſächlich von der Breite des Ortes ab.

Die von der Sonne herrührende Wärme hat ſich im Innern der Erde angehäuft und ihr Zuſtand iſt unveränderlich geworden. Diejenige, welche durch die Aequatorialregionen eindringt, wird genau von der Wärme compenſirt, welche zu den Polarregionen hinaus entweicht. Mithin giebt die Erde dem Himmelsraum alle Wärme wieder, welche ſie von der

Sonne empfängt und sie fügt selbst einen Theil ihrer eigenen hinzu.

Alle Wirkungen der Sonnenwärme auf Erde werden durch die Dazwischenkunft der Atmosphäre und durch die Gegenwart der Gewässer abgeändert. Die grosen Bewegungen dieser Flüssigkeiten machen die Vertheilung gleichförmiger.

Die Durchsichtigkeit der Gewässer und der Luft scheinen zur Erhöhung des erlangten Wärmegrades beizutragen, weil die leuchtende Wärme ziemlich leicht in das Innere der Masse eindringt und die dunkle Wärme viel schwieriger einen entgegengesetzten Weg nimmt.

Die Abwechselungen der Jahreszeiten werden von einer ungeheuren Masse von Sonnenwärme unterhalten, welche an der Oberfläche der Erde oscillirt, sechs Monate lang in dieselbe eindringt und während der andern Hälfte des Jahres wieder von der Erde in die Luft zurückkehrt. Nichts trägt mehr zur Erläuterung dieses Theiles der Aufgabe bey, als Versuche, in welchen man die Wirkungen der Sonnenstrahlen an der Erdoberfläche mit Genauigkeit misst. Aus diesem Grunde habe ich mit grosem Interesse der Vorlesung einer von Hrn. Profess. Pouillet eingereichten Abhandlung zugehört, und wenn ich im Verlauf dieses Aufsatzes dieser experimentalen Untersuchung nicht gedachte, so geschah es einzig deshalb, um dem Bericht, welcher von jener Abhandlung gemacht werden muss, nicht vorzugreifen.

Ich habe in dieser Abhandlung die Hauptelemente der mathematischen Untersuchung über die Erdtempe-

Digitized by Google

raturen vereinigt. Sie ist aus den Resultaten meiner schon vor längerer Zeit bekannt gemachten Untersuchungen gebildet worden. Als ich diese Gattung von Aufgaben zu behandeln anfing, war noch keine mathematische Theorie der Wärme vorhanden und man konnte selbst zweifeln, ob gar eine solche möglich sey. Die Abhandlungen und Werke, in welchen ich diese Theorie aufstellte und welche die genaue Auflösung der Fundamentalaufgaben enthalten, sind dem Publikum bereits für sich übergeben oder seit mehrern Jahren den wissenschaftlichen Zeitschriften einverleibt. Der gegenwärtige Aufsatz hat einen anderu Zweck, denjenigen nämlich, die Aufmerksamkeit auf eine der gröfsten Aufgaben in der Physik hinzulenken und die allgemeinen Gesichtspunkte und Folgerungen derselben vorzulegen. Es würde unmöglich seyn, bei einem so ausgedehnten Gegenstande, welcher neben den Resultaten einer schwierigen und neuen Analyse auch noch sehr verschiedenartige physikalische Betrachtungen begreift, alle Zweifel zu heben. Man wird mit der Zeit die genauen Beobachtungen vervielfältigen; man wird die Gesetze der Bewegung der Wärme in Flüssigkeiten und in der Luft untersuchen; man wird vielleicht andere Eigenschaften der strahlenden Wärme entdekken, so wie Ursachen, welche die Temperaturen des Erdkörpers abändern; allein die Hauptgesetze der Bewegung der Wärme sind bekannt. Diese Theorie, welche auf unveränderlichen Grundsätzen beruht, bildet einen neuen Zweig der mathematischen Wissenschaften. Gegenwärtig besteht dieselbe aus den Differentialgleichungen der Wärmebewegung in den festen und flüssigen Körpern, aus den Integralen dieser Glei-

Digitized by Google

chungen und aus den Lehrſätzen, welche ſich auf das Gleichgewicht der ſtrahlenden Wärme beziehen.

Dieſe Theorien werden in der Zukunft eine weitere Ausdehnung gewinnen und nichts wird mehr zu ihrer Vervollkommnung beitragen, als zahlreiche Reihen genauer Beobachtungen; die mathematiſche Analyſe kann, (wenns erlaubt iſt, dieſe Betrachtung hier zu wiederholen) aus allgemeinen und einfachen Erſcheinungen, den Ausdruck für die Naturgeſetze ableiten, aber die Anwendung dieſer Geſetze auf ſehr zuſammengeſetzte Erſcheinungen erfordert eine lange Reihe genauer Beobachtungen.

Digitized by Google

III.

Ueberſicht über ſämmtliche in den letzten Jahren in Cornwall und dem nördlichen England angeſtellte Beobachtungen über die Temperatur in Bergwerken und deren Zunahme mit der Tiefe.

(Im Auszuge aus mehreren vor Kurzem erſchienenen Abhandlungen, in den Verhandlungen der K. Geologiſchen Geſellſchaft von Cornwall, und anderen Werken). *)

„Seit mehreren Jahren ſind in Cornwall, vorzüglich unter Leitung der HH. R. W. Fox und M. P. Moyle, Mitgliedern der K. Geologiſchen Geſellſchaft von Cornwall, Unterſuchungen über die Temperatur in Bergwerken angeſtellt worden. Die Ergebniſſe derſelben ſind von Zeit zu Zeit in den Annals of Philosophy und in andern Schriften bekannt gemacht wor-

*) Die gegenwärtige Abhandlung iſt im Weſentlichen noch eine freie Bearbeitung des verſtorbenen Gilbert, unter deſſen Papieren ich dieſelbe in Brouillon vorfand. Sie gehört alſo im eigentlichen Sinne noch zu dem Theile der Annalen, der unter des Verewigten Namen erſcheint, und findet hier um ſo eher eine paſsliche Stelle, als ſie zum Theil die Belege enthält zu dem, was in dem vorgehenden Aufſatz theoretiſch behandelt wurde. Eine erſchöpfende Darſtellung von allen mit dieſem Gegenſtande in Verbindung ſtehenden Thatſachen zu liefern, erlaubte der Raum nicht; dagegen habe ich am Schluſſe dieſes, die hauptſächlichſten der hieher gehörigen Temperaturbeobachtungen in gedrängter Kürze hinzugefügt. Uebrigens iſt Alles ſorgfältig mit den Originalen verglichen worden. *P.*

Digitized by Google

den; vollſtändige Ueberſichten der von jedem dieſer Beobachter und von dem verſtorbenen Sekretair der Geſellſchaft, Dr. Forbes, erhaltenen Reſultate ſind aber erſt vor Kurzem in dem zweiten Bande der Verhandlungen dieſer Geſellſchaft erſchienen. Da der Gegenſtand wichtig und von vielem Intereſſe iſt, ſo theilen wir dem Leſer in möglichſter Kürze dieſe Ueberſicht mit und fügen ihnen bei: die Thatſachen, welche Hr. Fox in ſeinem ſpätern Aufſatze bekannt gemacht hat; ferner Hrn. Moyle's Antwort ſowohl auf Hrn. Fox frühere, wie auf deſſen neueſte Bemerkungen, und auf die Beobachtungen und Behauptungen des Dr. Forbes; endlich einen Auszug aus Hrn. Balds Aufſatz über die Temperatur in einigen unſerer nördlichen Steinkohlengruben — damit man alles beiſammen finde, was in unſerem Lande ſeit Kurzem über dieſen Gegenſtand verhandelt worden iſt."

So weit die Einleitung in Hrn. Tillochs Zeitſchrift. Hier habe ich noch hinzuzufügen — dieſs ſind die Worte des verewigten Gilbert — daſs ich, um dem Leſer die richtige Einſicht und die Beurtheilung der Thatſachen, welche hier zur Sprache gebracht werden und die für Geognoſie und Phyſik gleich intereſſant ſind, zu erleichtern, die Ordnung der Aufſätze verändert habe, und mit der lehrreichen Abhandlung den Anfang mache, welche von dem erſten Sekretair der ſeit etwa zehn Jahren beſtehenden Geſellſchaft herrührt, dem verſtorbenen Dr. Forbes, den meine Leſer ſchon aus dem kennen, was ich ihnen aus den jährlichen meteorologiſchen Berichten der Geſellſchaft für das Jahr 1821 (Annal. 1823. St. 3) mitgetheilt habe.

Digitized by Google

I. Beobachtungen und Folgerungen des Dr. Forbes zu Penzance, erſten Sekretairs der Cornwaller Geolog. Geſellſchaft.

Der Aufſatz des Dr. Forbes in dem 2ten Bande der Verhandlungen der Geologiſch. Geſellſchaft von Cornwall enthält in dem erſten Theile das Originaljournal ſeiner Beobachtungen über die Temperatur verſchiedener Bergwerke in Cornwall, und in dem 2ten Theile eine Erörterung über die fremden äuſseren Quellen von Wärme (extraneous sources of heat), welche zu der höheren Temperatur in der Tiefe beizutragen ſcheinen, und in der Ueberzeugung, es werde durch ſeine Beobachtungen unwiderſprechlich dargethan, daſs die Erdwärme beim Hinabſteigen in die Tiefe zunehme, zum Schluſs noch einige Bemerkungen über den wahrſcheinlichen Urſprung der inneren Wärme der Erde.

Zum beſſern Verſtändniſs ſchickt Hr. Dr. F. einige Bemerkungen voraus über die Natur und innere Oekonomie der Cornwaller Bergwerke, in denen ſie gemacht worden ſind. Aus ihnen iſt Folgendes die Hauptſache. Man erhält eine ziemlich richtige Vorſtellung von einer *Metallader* oder dem, was die Bergleute einen *Gang* (*lode*) nennen, wenn man ſich eine der lothrechten Lage mehr oder minder näher kommende mit Erzen ausgefüllte Spalte in der ſteinigen Kruſte der Erde denkt; der Zweck des Bergbaues iſt, dieſe dünne erzhaltige Ebene aus dem Felſengeſtein herauszuarbeiten. Der Bergmann macht zu dem Ende mehrere horizontale Aushöhlungen (galleries) übereinander, welche man Strecken (levels, in Cornwall) nennt, zu Anfange meiſtens 2 Fuſs weit und 6 Fuſs hoch, die aber nach Umſtänden häufig ſehr erweitert

werden und von lothrecht hinabgehenden Aushöhlungen, Schächte (shafts) genannt, durchſchnitten werden. Durch letztere führt man das in den Strecken losgearbeitete Erz zu Tage, ſo wie man mit Abſenken eines Schachtes in der Regel einen Bergbau anfängt. Die Strecken werden von den Schächten aus betrieben, und ſind durch Zwiſchenräume von 10 bis 30 Lachtern *) von einander getrennt; wenn ſie eine Länge von 20 bis 100 Lachter erreicht haben, wird des Wetterwechſels und anderer Vortheile wegen ein zweiter Schacht abgeteuft, der alle Strecken eben ſo wie der erſte durchſetzt; auch verbindet man nicht ſelten zwei Strecken durch einen Nebenſchacht (*a twins* genannt), der nur von der einen zur nächſtfolgenden geht. Baut ein Bergwerk auf mehrere Gänge, wie das häufig der Fall iſt, ſo laufen in einerlei Tiefe gewöhnlich mehrere Strecken neben einander und es werden dann durch das feſte Geſtein (in Cornwall *Country* genannt) Verbindungsſtrecken getrieben, unter dem Namen von *Querſchlägen* (cross-cuts).

Gleich den Maulwürfen arbeitet der Bergmann in Cornwall nicht in Geſellſchaft, ſondern allein und in der Stille. Selten ſieht man in einer Strecke mehr als 3 oder 4 Mann (Häuer), bei dem ſchwachen Schein eines Talglichtes, das gewöhnliche Geſchäft des Bohrens und Losbrechens, mit wenig Getöſe und in ſehr eingeengtem Raume, betreiben. Selten hört ein Häuer den andern arbeiten, den Knall beim Sprengen ausgenommen; nur in der Nähe des Hauptſchachtes hört

*) So iſt hier durchgehends überſetzt was die engliſchen Bergleute *fathom* nennen, nämlich eine Länge von 6 engliſchen Fuſsen.

Digitized by Google

man ein beſtändiges Getöſe von den übereinander ſtehenden Pumpen, deſſen Einförmigkeit dann und wann durch das Raſſeln der an die Wände anſtoſsenden Förderungstonnen unterbrochen wird. Ueberall im Bergwerke herrſcht Finſterniſs, wo nicht das Licht des Bergmannes ſie verſcheucht, und in den Strecken, die oft ſo niedrig ſind, daſs man auf allen Vieren kriechen muſs, hat der Staub und das aus den Ritzen tröpfelnde Waſſer, Schmuz und Koth erzeugt. Durch Losbrechen des loſen Geſteins und durch Abſprengen des feſten mit Pulver werden die Strecken erweitert. Jeder Bergmann hat ein Talglicht und zum Leuchter dient ihm ein Stück Letten, mittelſt deſſen er es an die Wand der Strecke anklebt; dazu kommen noch auf jeder Strecke ein oder zwei Jungen, welche die ausgebrochenen Erze auf Karren mit Rädern (*wheel barrows*, Hunde) herausſchaffen, auf denen ebenfalls ein Licht, wie gewöhnlich unter Tage ſtatt des Leuchters, mit einem Thonklumpen befeſtigt iſt. Mehrmals unternimmt eine Gemeinſchaft von Bergleuten (a pair genannt) die Arbeit in einer einzelnen Gallerie und theilt ſich in 3 Theile, die einander alle 6 bis 8 Stunden ablöſen, ſo daſs die Arbeit ununterbrochen fortgeht, mit Ausnahme der Sonntage. Dennoch geht es mit dem Aushöhlen ſehr langſam, oft iſt die Arbeit einer ganzen Woche einer Mannſchaft von 20 bis 30 Knappen auf ein, zwei oder drei Fuſs und täglich nur auf einige Zolle beſchränkt. In lokkeren Gängen und in Killas-Diſtrikten geht es etwas raſcher, in andern aber nicht ſelten noch langſamer. Sehr ſelten hat der Gang die ganze Breite des Schachtes oder der Strecke, und oft iſt das Geſtein an beiden

Digitized by Google

Seiten auch lockerer Gänge sehr fest. Nie ißt oder schläft der Cornwaller Bergmann unter Tage; nach vollendeter Schicht geht er jedesmal nach Hause oft mehrere englische Meilen weit.

Nach Verschiedenheit der topographischen Verhältnisse der Oberfläche und je nachdem die Natur der Gebirgsart und der den Gang ausfüllenden Gang- und Erzarten, die Anzahl und Mächtigkeit der Gänge und ihre Durchkreuzung es mit sich bringt, ist die Menge des Tagewassers in Bergwerken sehr verschieden. Manche auf dem Gange oder quer durch das Feld getriebene Strecken sind völlig trocken, die mehrsten aber feucht. Gewöhnlich sickert das Wasser fast unmerklich aus dem Gange und aus den Wänden der Strecke; an dem Boden der Strecken sammelt es sich allmählig und die mehrsten derselben sind Hunderte von Fuss lang mit schmuzigem Wasser einige Zoll hoch, manchmal selbst einen Fuss hoch und höher bedeckt. Höchst selten dringen zusammenhängende Wasseradern oder Quellen aus dem Gange hervor, doch findet sich davon hier und da ein Beispiel. In den mehrsten Bergwerken ist strömendes Wasser vorhanden, indem das Tagewasser aus den oberen Strekken oder den verlassenen Theilen der Grube den Pumpen zufliesst. Während des Winters oder vielmehr im Frühling, einige Zeit nachdem die regnerische Jahreszeit vorbei ist, sind die Gruben am wasserreichsten; denn es bedarf einiger Zeit, bevor das Tagewasser bis zur beträchtlichen Tiefe hinabsinkt. Die Meinung des Bergmanns: *trockner Ostwind* mache *die Wässer wachsen*, ist nur in sofern richtig, als trockner Ostwind bei uns in der Regel im Frühling

eintritt, wenn das Regenwaſſer der vorhergehenden Monate Zeit gehabt hat, bis in die Tiefe der Bergwerke durch den Gang und das Gebirge hinabzuſikkern. In nicht tiefen Bergwerken iſt die Verſchiedenheit der Waſſermenge nach den Jahreszeiten und deren Feuchtigkeit am merkbarſten. Es iſt merkwürdig, daſs in einigen Bergwerken, in welchen Strecken unter dem Meere fortgetrieben ſind, weniger Waſſer von oben herabſickert, als in anderen. Dieſes war ſonſt in der Grube Huel Cock im Kirchſpiele St. Juſt zu bemerken und iſt noch jetzt in den Gruben Botallak und Little Bounds deſſelben Kirchſpiels wahrzunehmen.

Damit die Gruben-Arbeiten nicht unter Waſſer geſetzt werden, hebt man dieſes aus dem Sumpfe (*sump*) durch eine Reihe übereinanderſtehender Pumpen empor, zu deren Kaſten das Waſſer aus den oberen Teufen geleitet iſt. Sie werden alle mittelſt eines einzigen Schachtgeſtänges, an dem die Kolben hangen, in Bewegung geſetzt, und eine hebt der anderen das Waſſer zu, von dem Tiefſten bis zu dem Stollen (adit), durch den es alsdann mit ſanftem Fall bis zu Tage flieſst. Aus mehreren Korniſchen Bergwerken wird auf dieſe Art eine ſehr bedeutende Menge Waſſer herausgepumpt, z. B. in *Huel Abraham* alle 24 Stunden aus einer Tiefe von 1440 Fuſs ungefähr 2092320 Gallonen; in *Dolcoath* aus faſt gleicher Tiefe 535175 Gallonen, und in *Huel Vor* aus 950 Fuſs Tiefe 1692660 Gallonen.

Um von dem *Wetterwechſel* (Ventilation) in den Bergwerken einen deutlichen Begriff zu geben, muſs ich mich auf das Ergebniſs meiner weiterhin folgenden Beobachtungen über die Temperatur der Luft, des Waſſers und des Geſteins im Tiefſten der Bergwerke

Digitized by Google

beziehen. Ihnen zufolge beträgt die Temperatur am Boden unſerer tiefſten Gruben (z. B. Dolcoath und Huel Abraham) über 80° F. (21¼° R.); in den etwas weniger als 1000 Fuſs tiefen, ſteigt ſie auf 70° F. (16⅔° R.) und ſelbſt in den nur 200 bis 400 Fuſs tiefen, übertrifft ſie die mittlere Temperatur des Klimas noch um 5 bis 6° F. (2⅔ bis 3⅓° R.). Dieſe höhere Temperatur in der Grube muſs (wie ſie auch entſtehen möge) ein Anſteigen der wärmeren Luft, und um ſie zu erſetzen, ein Herabſinken der kälteren äuſseren Luft in den Schächten bewirken. Wie weit der Wetterwechſel in den Bergwerken reicht, hängt von mehreren Umſtänden ab, beſonders von ihrer Tiefe, der Anzahl ihrer Schächte, der mehreren oder minderen Verbindung zwiſchen ihren verſchiedenen Strecken, und auch von der Beſchaffenheit des *Windes* an der Oberfläche der Erde. Die erkältende Wirkung heftiger Winde iſt in wenig tiefen Bergwerken ſehr merkbar; und ſelbſt in den ſehr tiefen Bergwerken äuſsert die Stärke und Richtung des Windes einen bedeutenden Einfluſs auf den Wetterwechſel oder die Ventilation.

Hr. John Rule der jüngere, einer der Vorſteher der prachtvollen Bergwerke von Dolcoath, hat mir folgende Beobachtungen über dieſen Gegenſtand mitgetheilt. Einige Verſuche, die er mit in die Schächte hineingeworfenen Federn, Papierſtücken und Stroh über die Richtung des Luftzuges angeſtellt hat, lehrten ihn, daſs unter den 25 Hauptſchächten, welche insgeſammt auf dem Hauptgange ſtehen, 13 einen ſtarken Luftzug herabwärts und 12 einen nahe eben ſo ſtarken Luftzug heraufwärts beſaſsen, und einige

sehr stark, so dass Federn um viele Fuss schnell in ihm anstiegen, andere schwächer. Dieses ist, so viel ich weiss, der erste Versuch solcher Art. Aus der gemeinen Erfahrung weiss man jedoch, dass dieser Luftzug sich in den Bergwerken mit dem Winde an der Oberfläche der Erde verändert, dass die Luft in Schächten, in welchen sie zu gewissen Zeiten hinabbläst, bei Veränderung des Windes aufwärts strömt und umgekehrt. Auch von den Strecken (levels) unter Tage gilt etwas Aehnliches; nach Verschiedenheit der Winde durchstreicht sie der Luftzug bald in einer, bald in der entgegengesetzten Richtung zu verschiedenen Zeiten. Auch die Stärke des Luftzuges unter Tage hängt von der Stärke des Windes über Tage ab; bläst er heftig, so ist auch der Luftzug unter Tage stark, und umgekehrt. Wo Strecken durch Schächte oder Querschläge, oder wo zwei Schächte durch eine Strecke mit einander verbunden sind, fehlt es uns unter Tage, selbst im Tiefsten nie an guten Wettern, und der Luftzug ist da im Tiefsten wohl so stark, dass er ein Licht ausbläst. Nur wo Strecken bedeutend weit von einem Schachte fortgetrieben oder Schächte bedeutend tief unter die Strecken abgesunken sind, ohne irgendwo anders durchschlägig zu seyn, fehlt es an guter Luft, und in diesen Fällen müssen wir häufig zu künstlichen Wettermaschinen unsere Zuflucht nehmen, um solche Strecken und Absenkungen mit guter Luft zu versehen. So bedeutend daher auch der Luftzug in den Schächten und mehr offenen Strecken ist, so läst sich doch in dem gröfsten Theil der Strecken gar kein Wetterwechsel oder nur ein sehr schwacher wahrnehmen, nämlich in allen, welche blofs an einem Ende mit ei-

Digitized by Google

nem Schachte oder durch einen Querſchlag mit einer andern Strecke in Verbindung ſtehen (und ſo ſind die meiſten Strecken, worin gearbeitet wird, beſchaffen); in einiger Entfernung von ihrem offenen Ende hört der Luftzug auf, und iſt auch in der That keiner möglich. Mehrere Strecken, die einige hundert Fuſs lang ſind, haben keinen andern Ausgang als in den Schacht. Daſs man in den Bergwerken ſich keiner Laternen bedient, iſt der beſte Beweis von der allgemeinen Stille der Luft in ihnen. Beim Beſuche dieſer Regionen der Finſterniſs iſt mir das Licht nur höchſtens ein- oder zweimal ausgeblaſen worden.“ So weit Hr. John Rule.

Dr. Forbes läſst nun auf dieſe Einleitung die Journäle ſeiner Thermometerbeobachtungen folgen, welche er in 6 verſchiedenen Bergwerken angeſtellt hat. Für unſern Zweck genügen die mittleren Reſultate der Beobachtungen, wie ſie von ihm im erſten Theile der folgenden Tafel zuſammengeſtellt ſind. In dem zweiten Theile der Tafel findet man eine Ueberſicht über den Betrieb und die Beſchaffenheit jedes der 6 Bergwerke, nach dem, was Dr. Forbes darüber angiebt.

Die mit *L* bezeichneten Spalten enthalten die Temperaturen der *Luft*, und die mit *W* bezeichneten, die Temperaturen des *Waſſers*.

I. Temperaturen nach Fahrenheitscher Scale in Tiefen von englischen Fussen.	Huel Neptune Kupf. Gr. in Killas. (a)		Botallak Zinn und Kupf. Gr. (b)		Little Bounds ZinnGr. in Killas und Granit. (c)		Ding-DongZinn Grube in Granit.		Huel Vor Zinn Gr. in Killas.		Dolcoath Kupfer Grube in Granit.		Huel Abraham Kupfer Grube in Killas. (e)	Mittel.	
	L.	W.	L.	W.	L.	W.	L.	W.	L.	W.	L.	W.		L.	W.
von 120 bis 150	57	—	59	57	—	—	55	—	—	—	—	—		57	57
150 — 200	56	—	60	58	54	54	—	—	—	—	—	—		57	56
200 — 250	56	—	61	—	57	55	—	—	60	57	—	—		58	56
250 — 300	56	55	61	59	57	59	—	—	—	—	60	—		58	58
300 — 350	58	54	—	—	55	55	—	—	—	—	—	—		57	55
350 — 400	—	57	66	62	—	—	55	—	—	—	—	—		60	59
400 — 450	60	—	66	—	—	—	56	54	—	—	—	—		61	54
450 — 500	—	—	—	—	—	—	60	59	—	—	—	—		60	59
500 — 550	67	67	68	68	—	—	—	—	61	60	64	—		65	65
550 — 600	—	—	—	—	—	—	63	63	—	—	—	—		63	63
600 — 650	—	—	—	—	—	—	62	63	61	63	—	—		62	63
650 — 700	—	—	—	—	—	—	64	64	65	64	—	—		65	64
700 — 750	—	—	—	—	—	—	—	—	67	65	—	—		67	65
750 — 800	—	—	—	—	—	—	—	—	68	68	—	—		68	68
800 — 850	—	—	—	—	—	—	—	—	66	66	—	—		66	66
850 — 900	—	—	—	—	—	—	—	—	—	68	—	—		(d)	68
900 — 950	—	—	—	—	—	—	—	—	—	71	62	—		62	71
950 — 1150	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	70	66		70	66
1150 — 1260	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	71	71		71	71
1260 — 1350	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	76	74		76	74
1350 — 1400	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	83	79		83	79

II. Übersicht der Beschaffenheit und des Haushaltes dieser Bergwerke.

	Huel Neptune.	Botallak.	Little Bounds.	Ding-Dong.	Huel Vor.	Dolcoath.	Huel Abraham.
Ungefähre Höhe über dem Spiegel des Meeres in engl. Fuss	200	40	72	—	300	—	
Tiefe der Gruben zur Zeit der Beobacht.	550′	570′	504′	606′	948′	1386′	1440′
Zahl der Arbeiter unter Tage	120	150	25	120	548	800	560
Monatlicher Verbrauch von Lichten	1200 ℔	1200 ℔	48 ℔	900 ℔	3000 ℔	6000 ℔	4800 ℔
Monatlicher Verbrauch an Schiesspulver	250 ℔	600 ℔	60 ℔	300 ℔	5500 ℔	2600 ℔	1500 ℔
Gallonen Wasser täglich herausgehoben	216000	57600	69000	50000	1692660	535173	2092320
Temperatur dieses Wassers auf dem Stollen	60° (*f*)	62°	55½°	61°	67°	72° / 64°	71°
Zahl der Jahre während das Bergwerk im Betrieb ist	11	17	30	8	12	20	—

(*a*) *Killas* ist ein Mittelgestein zwischen Glimmer- und Thonschiefer, und in Cornwall die hauptsächlichste Lagerstätte der Erze.

(*b*) Der ganze Bergbau in der Grube Botallak wird unter dem Spiegel des Meeres und ein bedeutender Theil unmittelbar unter dem Bette desselben betrieben.

(*c*) In den letzten Jahren ist in Little Bounds sehr wenig gearbeitet worden.

(*d*) Hier war ein bedeutender Luftzug.

(*e*) Dr. Forbes hat die Temperaturen dieser Grube nicht angegeben, da dieselben schon von Hr. Thomas Lean im Juni und December 1815 beobachtet und in Tillochs philosoph. Mag. 1818 (Bd. 53. S. 204.) bekannt gemacht sind, er führt nur an, sich auf Hrn. Lean berufend, dass, im Mai 1822, in der tiefsten Strecke 1440 Fuss unter der Oberfläche, die Temperatur 90° f. betragen habe.

(*f*) 72° im östlichen und 64° im westlichen Theile des Bergwerkes, beide im Jahre 1822 beobachtet, als das Bergwerk 1428 Fuss tief war.

Dr. Forbes kommt nun zu dem zweiten Theil seiner Abhandlung, welcher dem Erörtern des Einflusses bestimmt ist, den fremde äussere Quellen (extraneous Sources) auf die Temperatur in der Tiefe der Bergwerke haben können. Er bemerkt, dass diese Quellen insgesammt mittelbare oder unmittelbare Folgen der Gegenwart der Bergleute in den Gruben sind. Zu den unmittelbaren Ursachen rechnet er 1) die thierische Wärme, 2) das Brennen der Lichter, 3) das Sprengen mit Schiesspulver, 4) das Reiben und Schlagen; als eine mittelbare Ursache aber betrachtet er die Verlängerung der Luftsäule bei tieferem Abteufen der Gruben.

Fast alle diese fremden äusseren Quellen von Wärme finden sich vor Ort, an den äussersten Enden der Strecken, und da in diesen nur ein höchst schwacher Wetterwechsel Statt findet, und ihre Wände sehr schlechte Wärmeleiter, dabei aber luftdicht sind, so kann die Wärme, aus welcher Ursache sie auch entstehe, in ihnen nur sehr langsam zerstreut werden.

Auch das Wasser muss, weil es aus dem Gange in dem Zustande äusserster Zertheilung hinein sickert, diese Wärme annehmen und behalten, und ohne Zweifel in manchen Fällen den unteren Strecken zuführen, indem es durch die Zwischenräume poröser Gänge durchsickert. Da die Gasarten, welche sich beim Entzünden des Schiesspulvers bilden, specifisch schwerer als die atmosphärische Luft sind, so lassen sie sich auf ähnliche Art als Zubringer höherer Temperatur in die Tiefe ansehen.

Beim Verbrennen von 1 Pfund Talglichte wird so viel Wärme frei, folgert Dr. Forbes aus den Versu-

Digitized by Google

chen des Grafen Rumford und Daltons, dafs ſie 1872 Gallonen Waſſer um 1° F. zu erwärmen vermag; und nimmt man an, dafs beim Entzünden von Schieſspulver eben ſo viel Wärme frei werde, als beim Verbrennen eines gleichen Gewichtes Kohle, ſo würde ſie, Crawford's und Dalton's Verſuchen gemäfs, 980 Gallonen Waſſer um 1° F. erwärmen können. Was die Wärme-Erzeugung durch Reiben und Schlagen betrifft, ſo bringt Dr. F. mit Uebergehung der durch Reiben der Kolben in den Pumpenröhren, durch das Arbeiten mit der Keilhaue u. ſ. w. hervorgebrachten, blofs die in Anſchlag, welche durch das bergmänniſche Bohren der Schieſslöcher zum Sprengen erzeugt wird, und da er kein Mittel abſieht ſie einigermafsen zu ſchätzen, ſo ſetzt er, 4 Bohrer, die 24 Stunden lang im Gange ſind, machen ſo viel Wärme frei, als 1 Pfund Talglichte beim Verbrennen. Dieſer Schätzung zufolge würden 16 Pfund Schieſspulver, die in der Grube verbraucht werden, der Wirkung von einem Pfunde verbrannten Talges gleich kommen. Was das Athmen betrifft, ſo ſchätzt Dr. F., da die ausgeathmete Luft nicht ganz die Blutwärme hat, die Temperatur der Luft in den Gruben aber bedeutend höher iſt, als die mittlere des Ortes, dafs die Temperatur der vom Bergmann ausgeathmeten Luft nur um 30° F. erhöht ſey, und dafs daher ein Bergmann durch das Athmen in 24 Stunden 19980 Kubikfufs Luft um 1° F. erwärme, welches mit dem Erwärmen von 48 Gallonen Waſſer um 1° F. auf eins hinauskomme. Dazu läfst ſich noch ein Zwanzigſtel für die Wärmeerzeugung an der Haut hinzuſetzen. Dafs die Verminderung der Wärmecapacität der Luft

Digitized by Google

bei Verdichtung derſelben, an der Wärme in den Gruben Antheil habe, glaubt Dr. F., ſey noch von Niemand erwogen worden. Beim Anſteigen in der Luft um 300 Fuſs nimmt die Temperatur um 1° F. ab; das Umgekehrte muſs folglich beim Hinabſteigen Statt finden. Weil indeſs aus Mangel an Luftzug die auf dieſe Art entſtehende gröſsere Wärme ſich ſchwer mittheilt, ſo rechnet Dr. F. nur, daſs beim Hinabſteigen von 600 Fuſs die Temperatur im ganzen Bergwerke um 1° F. wachſe.

Berechnet man nun nach dieſen Datis für ein einzelnes Bergwerk, wie viel Waſſer von der mittleren Temperatur von 52° F. bis 67° F., alſo um 15° F. den Monat hindurch, erwärmt werden würde durch dieſe einzelnen Urſachen, ſo findet ſich z. B. für das Bergwerk Huel Vor Folgendes:

3000 Pfd Talglichte (125 Gallonen pr. Pfd) . .	375000 Gallonen
3500 Pfd Schieſspulver (63 Gallon. pr. Pfd) . .	220500 - -
Reiben und Schlagen	27340 - -
Beſtändig unter Tag arbeitende 180 Mann	18140 - -
Giebt für den Monat	640980

Dieſes iſt wenig mehr als $\frac{1}{8}$ der angehobenen Waſſermenge, welche auf dem Stollen mit einer Temperatur von 67° monatlich ausgegoſſen wird (1692660 Gallonen). Dabei hat Dr. F. die $1\frac{1}{2}$ Grad Wärme nicht mit in Anſchlag gebracht, welche, ſeiner Schätzung zufolge, der Verlängerung der Luftſäule bis in das Tiefſte entſprechen, weil wahrſcheinlich bei dem Anheben des Waſſers bis zur Stollenſohle etwas Wärme verloren geht.

„Vielleicht bedarf es einer Entſchuldigung, ſagt er, daſs ich mich auf ſo vage und faſt willkührliche

Berechnungen einlaſſe; ich wünſchte aber theils etwas Beſſeres zu veranlaſſen, theils doch irgend eine Grundlage zu meinen ferneren Schlüſſen zu haben; und mögen auch einige dieſer Berechnungen irrig ſeyn, immer doch erhellt aus ihnen, daſs alle künſtlichen äuſseren Quellen von Wärme in Bergwerken unzureichend ſind, um aus ihnen die Wärme, welche das Thermometer in der Tiefe der Gruben nachweiſt, zu erklären. Daraus aber folgt unmittelbar, daſs die natürliche Wärme der Erde in den Cornwaller Gruben, in den erwähnten Tiefen, die mittlere Temperatur des Klimas bedeutend übertreffen müſſe."

Auf dieſen Schluſs führen gleichfalls mehrere in Bergwerken wahrgenommene Thatſachen, vor allen die hohe Temperatur groſser Waſſermaſſen in verlaſſenen Gruben oder in verlaſſenen Theilen eines Bergwerkes, für welche es unmöglich iſt, irgend eine andere Urſache zu erdenken, als die eigenthümliche Wärme der ſteinigen Wände der Höhlung, in welcher das Waſſer ſtand. Und die Temperatur dieſer Wände läſst ſich wiederum von keiner anderen Urſache ableiten, als von der natürlichen höheren Temperatur des Erdkörpers in gewiſſen Tiefen. Ein Beiſpiel dieſer Art zeigt die Grube Botallack, indem ſich in ihr eine groſse iſolirte Waſſermaſſe von 62° F. in einer Tiefe von ungefähr 400 Fuſs unter der Oberfläche findet. Und ein noch auffallenderes Beiſpiel kommt in den Details von der zweiten unter dem Meere befindlichen Grube Little Bounds vor. Sie war früher bis zu einer Tiefe von 500 Fuſs aufgeſchloſſen, in den letzten Jahren aber nur ſehr ſchwach betrieben worden. Das Gruben-Waſſer ſteht jetzt in ihr nicht ganz 40

Digitized by Google

Lachter unter dem Stollen, über welche Höhe die Pumpen es nicht anwachſen laſſen, und füllt alſo die ganze Tiefe von 300 bis 500 Fuſs unter der Oberfläche an, in einer vielleicht halb ſo langen horizontalen Ausdehnung. Dieſes Waſſer hatte, wie die Pumpen es ausgieſsen, im J. 1822 eine Temperatur von 56½° F. Daſs die tägliche Gegenwart von einem halben Dutzend Bergleuten und das tägliche Verbrennen von ein Paar Pfund Lichten und etwas Schieſspulver keine merkliche Temperaturerhöhung in einer ſo ausgedehnten Waſſermaſſe hervorzubringen vermöge, fällt in die Augen. Hier iſt alſo der Schluſs unwiderleglich. Die Temperatur des Waſſers in den verlaſſenen Gruben *Huel Boy* und *Huel Fortune* haben Dr. Davy und ich 55° F. gefunden.

Indem wir indeſs dem Schluſſe uns nicht entziehen, daſs alle uns bis jetzt bekannten äuſseren fremden Quellen der Temperatur in den Bergwerken unzureichend ſind, den in ihnen und dem herausgepumpten Waſſer gefundenen Grad von Wärme zu erklären — müſſen wir doch zugleich zugeben, daſs dieſe fremden Quellen einen bedeutenden Einfluſs im Modificiren der Temperaturen äuſsern, die in verſchiedenen Theilen der Gruben gefunden worden ſind. Beweiſe davon finden ſich faſt auf jeder Seite meines Beobachtungs-Journals. Man darf daher dieſen Einfluſs bei neuen Beobachtungen über die Temperatur in Bergwerken und bei Folgerungen aus den ſchon gemachten, nicht auſser Acht verlieren.

Es iſt ſehr viel leichter, die Thatſache: daſs die Temperatur mit der Tiefe zunimmt, darzuthun, als die Zunahme genau zu beſtimmen. Dieſes iſt ausnehi-

Digitized by Google

mend ſchwierig, weil ſich unmöglich mit irgend einer Genauigkeit beſtimmen läſst, 1) um wie viel die Temperatur in einem Bergwerke durch fremde Urſache erhöht wird, und 2) wie das Streben der erwärmten Luft, anzuſteigen, und das des Waſſers, vielleicht auch des Gaſes aus dem Schieſspulver, herabzuſinken, dazu beiträgt, die Temperatur eines Theiles des Bergwerkes einem andern mitzutheilen; und 3) wodurch die Beobachtungen, die in gleichen Tiefen verſchiedener, ja deſſelben Bergwerkes unter anſcheinend gleichen Umſtänden gemacht werden, ſo groſse Verſchiedenheiten in der Temperatur zeigen. (Vielleicht eine Folge der beiden vorigen Urſachen). Finden ſich indeſs auch auf jeder Seite des Beobachtungs-Journals Beweiſe der Schwierigkeit, die wahre Temperatur für beſtimmte Tiefen anzugeben, ſo beweiſen ſie doch unwiderſprechlich, erinnert Hr. Dr. Forbes, die fortſchreitende Zunahme der Temperatur mit der Tiefe. und hiefür giebt uns noch einen Beweis, vielleicht den bündigſten und ſchlagendſten unter allen, die Temperatur der Waſſer der Pumpen, wie ſie in derſelben Grube zu verſchiedenen Zeiten (alſo bei verſchiedenen Tiefen) beobachtet worden iſt. Folgende Verſuche ſind die einzigen, welche bisher gemacht wurden. In Huel Neptune betrug die Temperatur des Waſſers der Pumpen im J. 1819, als die Grube 540 Fuſs tief war, 60° F., im J. 1822 aber, als ſie 750 Fuſs Tiefe hatte, 62° F. Und in der Grube Botallack im Jahre 1819 bei 510 Fuſs Tiefe 62° F., im Jahre 1822 aber bei 670 Fuſs Tiefe 67° F. In der Zwiſchenzeit hatte keine andere weſentliche Veränderung in der Beſchaffenheit beider Gruben Statt gefunden, der

Digitized by Google

ſich die Vergröſserung der Temperatur hätte zuſchreiben laſſen, als die nicht unbedeutende Zunahme an Tiefe.

II. Beobachtungen und Folgerungen aus ihnen, dargeſtellt nach drei verſchiedenen Aufſätzen, von R. W. Fox in Cornwall.

1. Die folgende Tafel iſt eine Kopie von der, welche die Hauptſache in Hrn. Fox erſter Mittheilung über dieſen Gegenſtand an die Cornwaller Geologiſche Geſellſchaft (Transact. t. 2. p. 14.) ausmacht, nur etwas in der Anordnung verändert, um in das Octav-Format zu paſſen. Sie zeigt auf einem Blicke die Reſultate der in 6 verſchiedenen Gruben angeſtellten Thermometer-Beobachtungen. Die Temperaturen des Waſſers in den Gruben ſind mit * bezeichnet; die Temperaturen der Luft ſind ohne Beizeichen. Nach R. Thomas's Aufnahme des Hauptgruben-Diſtrictes der Grafſchaft Cornwall, entſprechen *dem Niveau des Meeres* ungefähr folgende Tiefen in den Gruben: *Dolcoath* 62 Lachter; *Cooks Kitchen* 59 Lachter; *Tincroft* ungefähr 59 Lachter; *United Mines* 51 Lachter. Die drei erſten ſind in Thonſchiefer und darunter liegenden Granit abgeteuft, die vierte in einem Thonſchiefer, welcher groſse Maſſen Porphyr enthält.

Digitized by Google

n Tiefen v. der Oberfläche der rden angerechnet,	Beobachtete Temperaturen nach Fahrenheits Scale in den Cornwaller Gruben.					
	Huel-Abraham.		Dolcoath.	Cooks Kitchen.	Tincroft.	United Mine.
nach Fathoms.	im Juni 1815.	im Dec. 1815.	im Oct. 1815.	im Mai 1819.	im Mai 1819.	im Mai 1819.
von 5 bis 10	58°,5 64, 5	49,5 51,5	– –	– –	– –	58°
15 — 25	64	56,5	– –	– –	– –	– –
25 — 30	– –	– –	– –	49,5	52,5	– –
35 — 45	– –	60,5	– –	– –	– –	– –
40 — 50	– –	– –	– –	– –	– –	55,5
45 — 50	– –	– –	61,5	– –	– –	– –
45 — 55	– –	62,5	– –	54,5	– –	– –
50 — 60	– –	– –	– –	– –	51,5	– –
55 — 65	66,5	63	– –	– –	– –	– –
60 — 70	– –	– –	– –	– –	– –	67,5
65 — 75	– –	– –	62	56,6	– –	– –
70 — 75	– –	– –	– –	– –	53,5	– –
75 — 85	67,5	63,5	– –	– –	– –	– –
90 — 95	– –	– –	– –	56,5	55,5	– –
95 — 105	68	65,5 63,5*	– –	– –	– –	– –
105 — 110	– –	– –	– –	61,5	– –	– –
105 — 115	– –	67,5 64,5*	– –	– –	– –	– –
110 — 115	– –	– –	– –	– –	61,5	– –
115 — 125	68,5	69,5 67,5*	– –	– –	– –	– –
125 — 130	– –	– –	– –	62,5	61,5 58,5*	– –
125 — 135	– –	71	– –	– –	– –	– –
130 — 140	– –	– –	– –	– –	– –	69,5
135 — 145	69	71 73*	– –	– –	– –	– –
145 — 150	– –	– –	– –	63,5	– –	– –
145 — 155	– –	73,5	– –	– –	– –	67,5
155 — 160	– –	– –	– –	– –	– –	– –
155 — 165	70	69,5 73,5*	– –	– –	– –	– –
160 — 170	– –	– –	– –	– –	– –	72,5 73,5*
165 — 170	– –	– –	– –	63,5	– –	– –
165 — 175	– –	70,5	70	– –	– –	– –
175 — 185	72,5	73,5 74*	71	– –	– –	– –
185 — 190	– –	– –	– –	68,5 67,5*	– –	– –
185 — 195	79,5	73,5 74*	– –	– –	– –	– –
190 — 200	– –	– –	73,5	– –	– –	– –
195 — 205	– –	78,5 79*	– –	– –	– –	– –
225 — 230	– –	– –	79,5 81,5*	– –	– –	– –

Digitized by Google

Dafs die Temperatur bei gleichen Tiefen in den beiden Gruben *Cook's Kitchen* und *Tincroft* geringer als in den andern Gruben war, erklärt fich Hr. Fox daraus, dafs die tiefften Strecken (*the bottom levels*) in beiden eine geraume Zeit lang mit Waffer angefüllt gewefen war, welches fich ohne Zweifel zum Theil von oben dahin gezogen hatte, wodurch nicht blofs die Temperatur des Waffers, fondern auch die der Luft in beiden Bergwerken verändert werden mufste. Zwar ftand auch in dem Bergwerke *United Mines* etwas Waffer zur Zeit als die Beobachtung gemacht wurde, blieb aber darin, wie er glaubt, zu kurze Zeit, um auf die Temperatur der Grube im Allgemeinen Einflufs zu haben. *Dolcoath* und *Huel Abraham* waren frei von Waffer im Tiefften, und die Tafel zeigt, dafs in ihnen die Temperatur in gleicher Tiefe nur fehr wenig verfchieden war, und wenige Ausnahmen abgerechnet, welche wahrfcheinlich ihren Grund in Oertlichkeiten hatten, fortfchreitend mit der Tiefe zunahm, felbft bis in die gröfste Tiefe hinab, zu der fie bis jetzt abgefunken find.

Ohne mich, „fagt Hr. Fox" auf Speculationen über die Urfache, welche die innere Wärme der Bergwerke erzeugt und wie weit diefe Wärme reicht, einzulaffen, bemerke ich nur, dafs es mir wahrfcheinlich dünkt, dafs das Aufftei gen warmer Dünfte (*The ascent of warm vapour*) die wahrgenommene höhere Temperatur in den Bergwerken hervorbringe, und die Wirkung mehr oder minder bedeutend fey, je nachdem die Dünfte einen leichteren oder fchwierigeren Durchgang aufwärts finden." Und diefes werde, glaubt Hr. Fox, durch die Thatfache, dafs Waffer, welches

Digitized by Google

aus bedeutenden metallischen Adern fliefst, in der Regel sich am meisten durch seine Wärme auszeichnet, noch mehr bestätigt.

2. In seinem *zweiten* Aufsatze (Transact. t. 2. p. 19) stellt Hr. Fox die Beobachtungen, welche er in verschiedenen Gruben über die Temperatur *in oder nahe bei Erzgängen* angestellt hat, in einer Tafel zusammen. Die grofsen Buchstaben bezeichnen die Gebirgsart, welche der Erzführende Gang in sich schliefst, nämlich: *Gr.* Granit, *Th.sch.* Thonschiefer, *Pr.* Porphyr. In den Spalten der Tabelle einzeln stehend gelten sie für alle folgenden Beobachtungen bis zur nächsten Rubrik. Ferner bedeutet *Kpf.Gg* in den Ueberschriften: eine Grube in einem Bergwerke, worin auf Kupfer gebaut wird, und *Z.Gg* in einem Zinnbergwerke. Die Temperatur des Wassers ist wieder mit *, und die der Erde mit † bezeichnet; die der Luft aber ohne Zeichen. Bei mehreren dieser Beobachtungen war das Thermometer 6 bis 8 Zoll tief in den Erzgang oder in das anstehende Gestein versenkt und die Höhlung mit Erde rings um das Instrument ausgefüllt worden, um zu verhüten, dafs die Luft einen Zugang zu demselben habe.

Digitized by Google

Beobachtete Temperaturen in den Erzgängen der Cornwaller Gruben.

Tiefen unter der Oberfläche in Fathoms.	Dolcoath Kpf. Gg. Dec. 1819.	United Mines Kpf. Gg. April 1819	Treskerby Kpf. Gg. Dec. 1819.	Huel Squire Kpf. Gg. Sept. 1820.	Ting-Tang Kpf. Gg. Sept. 1820.	Huel Gorland Kpf. Gg. Sept. 1820.	Huel Damsel Kpf. Gg. Sept. 1820.	Chacewater K. und Z. Sept. 1820.	Huel Unity Z. Gg. Aug. 1820.	Huel Vor Z. Gg. Nov. 1819.
	Th. sch.	Th. sch.	Gran.	Th. sch.	Th. sch.	Gran.	Gran.	Th. sch.	Th. sch.	Th. sch.
1 bis 10	– –	– –	– –	– –	– –	– –	– –	– –	– –	52° + *
20 — 30	– –	– –	– –	– –	– –	– –	– –	– –	– –	61*
30 — 40	– –	56° †	– –	– –	62°	– –	– –	61°	– –	– –
40 — 50	58° +	– –	– –	– –	– –	– –	– –	– –	– –	– –
50 — 60	– –	65°	– –	– –	– –	– –	61°	– –	– –	– –
60 — 70	– –	64°	– –	– –	– –	– –	61	Gran.	66°	– –
70 — 80	– –	– –	– –	67°	64 †	62 †	66	70	– –	– –
80 — 90	– –	65°	– –	– –	– –	– –	69	T. 78	66 †	63*
90 — 100	66° †	– –	67° †	72 †	– –	– –	70	P. 82 †	– –	– –
100 — 110	– –	– –	70° †	72	68 †	68 †	70	– –	– –	64*
110 — 120	– –	– –	72°	{ 72 / 68* }	– –	– –	70	– –	– –	66*
120 — 130	63° +	– –	76	– –	– –	– –	70	– –	– –	70*
130 — 140	– –	67*	76*	– –	– –	– –	73	– –	– –	{ 69* / 72
140 — 150	– –	– –	– –	– –	– –	– –	70 †	– –	– –	– –
150 — 160	– –	75° †	– –	– –	– –	– –	– –	– –	– –	– –
170 — 180	– –	76*	– –	– –	– –	– –	– –	– –	– –	– –
180 — 190	Gran.	87 †	– –	– –	– –	– –	– –	– –	– –	– –
190 — 200	64° †	88 †	– –	– –	– –	– –	– –	– –	– –	– –
220 — 230	78 †	– –	– –	– –	– –	– –	– –	– –	– –	– –
230 — 240	82*	– –	– –	– –	– –	– –	– –	– –	– –	– –

An den Stellen der beiden anomalen Temperaturen der Erde in der Grube Dolcoath (90 bis 100 und 190 bis 200 Faden Tiefe) herrschte ein starker Luftzug.

Eine dritte Tafel, welche die Reſultate einiger Verſuche darſtellt, die er in Strecken und Schächten einiger dieſer Gruben, entfernt von allen erzführenden Gängen erhalten hat, fand Hr. Fox für den Druck zu groſs und mannigfaltig. Daher begnügte er ſich, nur einige der in ihnen enthaltenen Beobachtungen mitzutheilen. „Sie reichen, meint er, völlig hin, um darzuthun, daſs die Temperatur in einerlei Tiefen, an Orten, wo man von allen Erzgängen entfernt iſt, ein Mittel nahe an 3° F. niedriger iſt, als ſie ſich in den erzführenden Gängen zufolge der vorſtehenden Tafel ergeben hat.“

„An der Temperatur in unſern Bergwerken haben“ ſagt Hr. F., „mancherlei örtliche und zufällige Urſachen Antheil. Das Brennen der Lampen oder Lichte, das Sprengen mit Pulver, äuſsern ohne Zweifel einigen Einfluſs auf Erhöhung der Wärme; eben dahin muſs die Gegenwart der Bergleute wirken; obſchon wahrſcheinlich in niederem Grade, da im Tiefſten tiefer Bergwerke die Temperatur der nahe kommt, welche dem menſchlichen Körper eigen iſt. Ueberdieſs müſſen der warme Dunſt und die warme Luft, welche von dem Grunde (bottom) der Bergwerke immerfort aufſteigen, die Temperatur in den oberen Höhen ihrer relativen Lage gemäſs in gröſserem oder geringerem Grade erhöhen. Auf der andern Seite aber wird die Wärme in der Tiefe unſtreitig nicht unbedeutend vermindert durch die Luft, welche beim freiwilligen Wetterwechſel immerfort durch das Bergwerk ſtrömt, oder durch Wettermaſchinen zum Behuf der Bergleute hinein getrieben wird, ſo

wie auch durch das Tagewaſſer, das durch Klüfte und Adern ſeinen Weg bis in das Tiefſte findet.“

„In wieweit dieſe entgegengeſetzten Urſachen einander das Gleichgewicht halten mögen, iſt nicht leicht auszumachen; in ihnen ſcheint jedoch der Grund zu liegen, warum den in der Tafel aufgeführten Reſultaten eine völlige Uebereinſtimmung mangelt. Aus dieſen Gründen und weil man ſich an der Sohle (bottom) des Bergwerkes an noch unaufgetragenem und undurchwühltem Boden befindet, darf man ſich auf Beobachtungen der Temperatur in dem Tiefſten von Bergwerken mehrentheils verlaſſen. Es giebt aber Fälle, in welchen ſich nicht annehmen läſst, daſs die hier beobachtete Wärme von zufälligen Umſtänden herrühre. So z. B. kommt im Tiefſten der Grube Dolcoath ein ſtarker Strom Waſſer aus einem der Gänge mit einer Temperatur von 82° F. hervor, indeſs die Luft nahe bei derſelben Stelle in der Regel 1° oder 2° F. Wärme weniger hat. Von dieſer Art giebt es noch mehrere Beiſpiele. Die Kenntniſs des auffallendſten verdanke ich dem Kapitain Hosken. In der Grube *United Mines* hatte die Dampfmaſchine Schaden genommen und während ſie ſtille ſtand, war das Waſſer bis 190 Faden Tiefe unter Tage angeſtiegen und hatte zwei Tage lang in dieſer Höhe verweilt. Unmittelbar, nachdem das Waſſer wieder herausgepumpt worden war, beobachtete er die Temperatur in dieſer Tiefe, noch ehe die Bergleute ihre Arbeit wieder angefangen hatten. Sie fand ſich 87½° F. in 190 und 88° F. in 200 Faden Tiefe, und da er nach einigen Tagen, als die Arbeit an dieſer Stelle wieder in

Digitized by Google

Umtrieb war, die Beobachtung wiederholte, fand er die Temperatur eher niedriger als höher.“

Noch verdient es Bemerkung, dafs die Hauptarbeiten nicht in dem Tiefsten der Gruben betrieben zu werden pflegen, sondern dafs häufig mehrere Bergleute in 20 oder 30 Faden Höhe über dem Tiefsten, als in dem Tiefsten selbst, in Arbeit sind. Wenn folglich die Zunahme der Temperatur in der Tiefe lediglich eine Wirkung von zufälligen Ursachen wäre, so müfste sie da am gröfsten seyn, wo diese Ursachen am thätigsten wirkten. Die in den Tafeln mitgetheilten Beobachtungen beweisen aber, dafs, bei aller möglichen Verschiedenheit dieses Einflusses zufälliger Ursachen in verschiedenen Theilen eines Bergwerkes, die Temperatur doch stets mit der Tiefe zunimmt. Um die Meinung zu widerlegen, das Grubenwasser verdanke dem Erzgange, durch den es fliefst, seine Temperatur, hat Hr. Fox folgenden Versuch mit Wasser aus dem tiefsten Theile der Grube Dolcoath, das unmittelbar aus dem Kupfergange herauskam, angestellt. Wenn dieses Wasser seine Temperatur wirklich dem Umstande verdankte, dafs es durch den Erzgang fliefst, so müfste es mit metallischen Salzen stark geschwängert seyn; aber er erhielt beim Abdampfen von ¼ Pinte desselben nur ½ Gran festen Rückstand, welcher aus Schwefelsäure und etwas Eisenoxyd und Kalk bestand. In dem Grubenwasser aus 200 Faden Tiefe einer von allen Erzgängen entfernten Strecke desselben Bergwerkes, fand er mehr von denselben Bestandtheilen. Wasser von 82° Wärme aus dem Tiefsten der Grube *United Mines* enthält in ¼ Pinte 6 Gran salzsauren Kalk; Wasser aus

dem Tiefſten der Grube Treskerby, nur ſehr wenig ſchwefelſaures Eiſen und eine Spur von Salzſäure; und Waſſer aus dem Tiefſten des Bergwerkes *Ting-Tang* ſehr wenig ſalzſauren Kalk.

Am Schluſſe dieſes, theilt Hr. Fox noch eine ſehr wichtige Beobachtung mit, auf die er indeſs p. 421 wieder zurückkommt.

3) Hrn. Fox's *dritte* Mittheilung an die Cornwaller Geologiſche Geſellſchaft über dieſen Gegenſtand, hält Thatſachen und Beobachtungen, welche einen wichtigen Zuſatz zu den vorhergehenden bilden, lieſen aber zu ſpät ein, um noch in dem zweiten Bande ihrer Verhandlungen eingerückt zu werden. Man findet ſie indeſs vollſtändig in den Annals of philosophy. Dec. 1822. und aus dieſer Quelle iſt die freie Bearbeitung des Folgenden entlehnt. Ich fahre fort, ſo beginnt Hr. Fox, bei der Aufmerkſamkeit, welche die in der Tiefe der Bergwerke herrſchende hohe Temperatur allgemein erregt hat, die neuen Beobachtungen mitzutheilen, welche ich ſeit meiner letzten Mittheilung gemacht habe. Folgendes ſind die Temperaturen des Waſſers im Sumpfe (Sump, Tiefſten) einiger Bergwerke, wie ich ſie gefunden habe:

Kupfergrube *South Huel Towan* im Kirchſpiel St. *Agnes* 45 Lachter tief, 60° F.; dieſe Temperatur läſst ſich alſo für die mittlere der Waſſeradern nehmen, welche durch die tiefſten Strecken, in die Ciſternen rinnen. Nur zwei Mann ſind zu gleicher Zeit in dieſem Theile der Grube in Arbeit (überhaupt täglich 6 Mann).

East Liscomb, eine Kupfergrube in *Devonshire*, tief 82 Lachter; Temperatur des Waſſers in den Ciſternen: 64° F.

Digitized by Google

Huel Unity-Wood, im Kirchſpiel *Gwennap*, tief 86 Lachter; Temperatur des Waſſers 64° F. Im Tiefſten arbeiten beſtändig 4 Mann.

Beer Alston, Bleigrube in *Devonshire*, 120 Lachter tief, Temperatur des Waſſers 66½° F. — In den beiden 144 Lachter tiefen Kunſtſchächten des Zinn- und Kupfer-Bergwerks *Poldice*, im Kirchſpiel *Gwennap*, war die Temperatur des Waſſers in einem 78°, in dem andern 80°. Im Tiefſten des erſteren arbeiten beſtändig 8 Mann, in dem des letzteren 2 Mann. — In den beiden 150 Lachter tiefen Kunſtſchächten der *Consolidirten Kupferminen* im Kirchſpiel *Gwennap*. Temp. des Waſſers 76° F. in einem, 80° F. in dem andern. Im Tiefſten jenes arbeiten immerfort 6, dieſes 8 Mann. — Kupfergrube *Huel Friendship* in *Devonshire*, tief 174 Lachter. Temp. des Waſſers 64½° F., da in ihr der Förderſchacht abgeteuft wurde, waren wenigſtens beſtändig 2 Mann im Tiefſten in Arbeit. Die Grube hat ungeachtet ihrer Tiefe ſo wenig Grubenwaſſer im Tiefſten, daſs eine 6zöllige Pumpe (*six-inch box*) und 5 Hübe der Maſchine in der Minute hinreichen, das Waſſer auszupumpen. Es liegt dieſe Grube ſehr hoch, an der Gränze der Granithügel von Dartmoor. Die Temperatur ihres Grubenwaſſers übertrifft die mittlere des Klima um mehr als 14° F., ſteht aber doch weit unter der Temperatur, die gewöhnlich in Gruben von der nämlichen Tiefe herrſcht.

Da die folgenden Gruben zum Theil mit Waſſer angefüllt waren, ſo gebe ich bei ihnen die Temperatur *dieſes Waſſers*:

Kupfergrube *North Huel Virgin*, im Kirchſpiele

St. *Agnes*; Temp. des 39 Lachter unter der Oberfläche ſtehenden Waſſers 60° F. — Kupfergrube *Nangiles*, im Kirchſpiel *Kea*; das Waſſer 59 Lachter unter Tage 58° F. Im Förderſchacht iſt ſie 88 Lachter tief. Die Kunſt war aber erſt ganz vor Kurzem in Gang geſetzt und hatte noch nicht viel gewältigen können. Die Gänge ſind mächtig und zeichnen ſich durch den vielen Schwefelkies aus. Man ſieht, daſs die Temperatur der Gruben die zum Erliegen gekommen, nicht gröſser als die der andern iſt. — Kupfergrube *Tresavean*, im Kirchſpiele *Gwennap*; Temperatur des Waſſers, das 100 Lachter unter Tage ſteht, 60° F.; ganze Tiefe der Grube 170 Lachter. Sie liegt hoch, ungefähr 480 Fuſs über dem Spiegel des Meeres und iſt überdieſs in Granit, in welchem die Temperatur, bei gleichen Tiefen im Allgemeinen niedriger iſt, als in „Killas“ oder Thonſchiefer. — Kupfergrube *Huel Maid*. Temperatur des 126 Lachter unter Tage ſtehenden, 30 Lachter tiefen Waſſers, 60° F. Sie hat keine Kunſt; beim Wiederaufnehmen und zu Sumpfbringen einiger benachbarter Gruben iſt aber das Waſſer in ihr vor Kurzem ſehr vermindert worden. Das Waſſer der oberen Strecken, welches in anderen Gruben den auf ihnen ſtehenden Pumpenkaſten zugeleitet wird, flieſst in ihr zu dem Waſſer im Tiefſtem und muſs alſo hier die Temperatur erniedrigen.

Wenn ſchon mit vielem Waſſer angefüllte und erſt ſeit Kurzem wieder aufgenommene Bergwerke in der Regel in gleichen Tiefen eine niedrigere Temperatur haben, als diejenigen, welche in der Tiefe trocken erhalten werden; ſo gilt dieſes noch vielmehr von Gruben, welche lange ſtill gelegen haben und mit

Digitized by Google

Waſſer angefüllt ſind. Als Beweiſe davon dienen die drei folgenden Beobachtungen:

In der 151 Lachter tiefen Kupfergrube *Herland*, im Kirchſpiel *Gwinear* hat das in dem Schachte bis zur Stollenſohle 31 Lachter tief unter Tage ſtehende Waſſer nur eine Temperatur von 54° F. — In *South Huel Ann*, ebendaſelbſt, wo der Stollen 11 und die Grube 23 Lachter Tiefe beſitzt, war die Temperatur des Waſſers im Schachte gleichfalls 54° F. — In der Kupfergrube *Gunnis Lake*, Kirchſpiel *Calstock*, welche 125 Faden tief iſt, hat das Waſſer im Schachte, bei der 35 Lachter unter Tage liegenden Stollenſohle, 57° F. Temperatur.

Das aus dem Stollen-Mundloch verlaſſener Gruben ausfließende Waſſer rührt, wie ich glaube, bloſs aus den darüber ſtehenden Erdſchichten her, oder durch Verdrängung des Waſſers in den Schächten oder oberen Strecken, die mit ihm in Verbindung ſtehen. Iſt dieſem aber ſo, ſo kann das Grubenwaſſer aus dem oberen Theile des Schachtes einer verlaſſenen Grube nicht aus den *tieferen* Strecken herrühren, vielmehr iſt es höchſt wahrſcheinlich, daſs das Waſſer in dieſen ſo gut als ſtill ſteht und da das Waſſer ſeine Wärme ſeitwärts nicht leicht mittheilt, ſo kann ſeine Temperatur weſentlich von der in den Schächten verſchieden ſeyn. In ſenkrechten oder ſchiefſtehenden Waſſerſäulen, ſinken aber bekanntlich die kältern Theilchen, und die wärmern ſteigen an, bis die ganze Maſſe einerlei Temperatur hat. Die höhere Temperatur des Waſſers im Schachte der Grube *Gunnis-Lake* ſchreibe ich, zum Theil wenigſtens, dem ſehr hohen Boden in ihrer unmittelbaren Umgebung zu;

Digitized by Google

obſchon die relative Temperatur des Waſſers in den Schächten nicht betriebener Gruben auch von der gröſseren oder geringeren Tiefe abhängen mag, in welcher die über der Stollenſohle befindlichen Waſſerſäulen mit den Schächten oder mit den in dieſe gehenden Strecken in Verbindung ſtehen.

Als vor Kurzem die Zinn- und Kupfergrube *Tincroft*, im Kirchſpiele *Cambron*, wieder aufgenommen wurde, nachdem ſie mehrere Monate lang nicht betrieben worden war, benutzte ich die Gelegenheit, die Temperatur des Waſſers zu meſſen, als es bis zur Tiefe von 126 Lachter unter Tage herabgebracht war, und nur noch in einer Höhe von 10 Lachter über dem Tiefſten ſtand. Ich fand ſie 63° F. Damals war erſt wenige Mannſchaft wieder in Arbeit, ſelbſt dieſe war zwei Tage lang nicht in die Grube gekommen, und in den tieferen Strecken wurde noch gar nicht gearbeitet. In der Mitte des Jahres 1819, als das Bergwerk noch in vollem Betrieb war, und zwar ſeit langer Zeit, und das Waſſer an derſelben Stelle ſtand, war die Temperatur deſſelben am Boden nur 59° F. Vielleicht kommt es auch jetzt wieder zu dieſer Temperatur herab, wenn es ſich in derſelben Höhe erhalten ſollte; dann iſt nicht anzunehmen, daſs das wenige durch die Schächte hineintröpfelnde kältere Waſſer die Temperatur des auf dem Boden befindlichen verändere.

In der Grube *Ting-Tang*, welche 117 Lachter tief iſt, war, während die Dampfmaſchine ausgebeſſert wurde, das Grubenwaſſer bedeutend geſtiegen. Als es darauf wieder bis auf 10 Lachter gewältigt war, fand ſich die Temperatur deſſelben in dieſer Höhe 63½° F., indeſs das aus dem Tiefſten in ein Behältniſs

Digitized by Google

unmittelbar über dem Beobachtungsort herauf gepumpte Grubenwaſſer eine Temperatur von 65° F. beſaſs. Ich erkläre mir dieſes aus dem, durch die Wirkung der Pumpen hervorgebrachten, Hinzuſtrömen des Waſſers aus den Strecken.

Folgende Thatſache, die mir von einem Angeſtellten in der groſsen Brauerey von Barclay et Comp. in *Southwarck* (gegenüber von London) mitgetheilt worden, verdient hier bemerkt zu werden: Als in dieſer Brauerey vor nicht langer Zeit ein Brunnen gegraben wurde, erhielt man nicht eher Waſſer, als bis man in einer Tiefe von 140 Fuſs das groſse Thonlager, welches unter der Hauptſtadt liegt, völlig durchſunken hatte. Dann aber ſtieg das Waſſer ſchnell in dem Brunnen an und es fand ſich, daſs die Temperatur deſſelben 54° F. betrug. Dieſe Temperatur hat es ſeitdem unverändert beibehalten, während aller Jahreszeiten. Nun aber iſt nach *Luke Howard* die mittlere Temperatur des Klima von London und der Gegend umher 49½° F.; die Temperatur des Waſſers in dieſem Brunnen übertrifft dieſelbe alſo um 4½° F.

Eben ſo merkwürdig iſt das Ergebniſs einer Folge von Beobachtungen, welche Hr. Fox in dem Bergwerke *Dolcoath* gemacht hat, und das ſich ſchon in einem Zuſatz zu ſeiner zweiten Vorleſung erwähnt findet. Am Ende der tiefſten Strecke 230 Faden oder 1380 Fuſs unter Tage, wo kein Bergmann arbeitet und kein merkbarer Luftzug Statt finden konnte, hatte er ein 3 Fuſs tiefes Loch in den Erzgang ſelbſt bohren laſſen, und in dieſes ein 4 Fuſs langes Thermometer aufgeſtellt, deſſen Röhre in dem Loche mit Let-

Digitized by Google

ten umgeben war, ſo daſs keine Circulation der Luft in der Nähe der Kugel Statt finden konnte. Dieſes Thermometer wurde von ihm ſehr oft beobachtet; immer ſtand es auf 75° bis 75½° F., ausgenommen, wenn die Strecke unter Waſſer geſetzt worden war, wie dieſes einige Mal, als die Dampfmaſchine wegen erlittenen Schadens eine Zeit lang ſtehen muſste, geſchah. Das Waſſer füllte dann die ganze Strecke einige Wochen lang an. Sobald es wieder ſo weit gewältigt war, daſs man zu dem Thermometer gelangen konnte, nahm Hr. Fox die Beobachtung wieder auf; man fand den Stand jedes Mal 77° F.; aber ſchon in 2 bis 3 Tagen kam er wieder auf 75½° F. herunter.

Daſs auf die Temperatur im Tiefſten der Bergwerke zufällige Urſachen weniger Einfluſs haben, als auf die Temperatur der höhern Strecken, belegt Hr. Fox mit Beobachtungen über die Temperatur des Waſſers und der Luft in Strecken von 15 verſchiedenen Bergwerken *), welche er in der Abſicht gemacht hat, um die relativen Temperaturen beider und das Verhältniſs, wie die Temperaturen mit der Tiefe zunehmen, aufzufinden. Bei jeder Beobachtung das Bergwerk anzugeben, wo ſie gemacht ward, wäre überflüſſig geweſen. Vier der Gruben **) ſtanden zum Theil ſeit mehrern Jahren unter Waſſer; die in ihnen beobachteten Temperaturen ſind mit Sternchen bezeichnet. Es wurden zu den Beobachtungen die

*) South Huel Towan, East Liscomb, Huel Unity Wood, Beer Alston, Poldice, Consolidated Mines, Huel Friendship, United Mines, Treskerby, Huel Damsel, Ting-Tang.

**) Nämlich: Huel Maid, Nangiles, North Huel Virgin und Tresavean.

Digitized by Google

Strecken ausgesucht, in welchen in der gegebenen Tiefe die stärkeren Wasseradern des Bergwerkes rannen, und das Thermometer unweit der Stelle, wo sie sich zuerst fliefsend zeigten, hineingesetzt, um alle fremde, von der Anwesenheit der Bergleute herrührende, Wärme bei den Resultaten auszuschliefsen.

Tiefe unter Tage in engl. Fussen.	Mittel in welchem beobachtet wurde.	Beobachtete Temperaturen in Fahrenheitschen Graden.							
120	Wasser, . . .	58°							
	. . . Luft	56							
180	– –	55	64						
	– –	56	58						
240	– –	56	60	54	54*	56*	56*	60*	
	– –	57	60	60	55*	57*		60*	
300	– –	60	60	60	60				
	– –			58	58				
360	– –	60	62	60	58	58*			
	– –	61	62		60	57*			
420	– –	61	58*	58*					
	– –	61		59*					
480	– –	64	64	62	59*				
	– –	65	64	64					
540	– –	64	66						
	– –	62	67						
600	– –	65	69*	60*					
	– –	66		56*					
660	– –	64	66	64					
	– –	65	66						
720	– –	66½	66						
	– –	68*	68						
780	– –	66	72	74	74	63	72	68	60*
	– –		73	74		62	73	70	58*
840	– –	78	70	80	72				
	– –	78	72	81	75				
900	– –	76	80						
	– –	72	80						
960	– –	66							
	– –		73						
1020	– –	64½	77	84					
	– –	66	76						
1080	– –	72	69	86	87				
	– –	74	72	88					

Fast in allen Gruben, in welchen beobachtet worden ist, herrschte also, wie man aus dieser Tafel er-

Digitized by Google

ſieht, die höchſte Temperatur im Tiefſten, und in den meiſten Fällen waren dort nur ſehr wenig Bergleute in Arbeit. In der Regel nimmt von der Sohle des Bergwerkes an, bis zu $\frac{1}{4}$ oder $\frac{1}{3}$ der Tiefe des Bergwerkes, die Anzahl der Arbeiter in jeder höher liegenden Strecke zu, ſo daſs ſie mehrentheils am zahlreichſten ſind, nicht ſehr viel unter der Mitte des Bergwerkes. In der Grube *United Mines*, fand Hr. Fox bei einer Strecke 180 Lachter unter Tage die Temperatur von Grubenwaſſer, das ſeit 12 Monaten 30 Lachter hoch in dem Bergwerke geſtanden hatte, 80° F.; dahingegen die Temperatur des in der Strecke flieſsenden Waſſers, 87° F., welches nur um $\frac{1}{2}$° F. weniger iſt, als ſie an derſelben Stelle im Jahre 1820 war. Damals arbeiteten aber 400 Mann in dieſem Bergwerke, jeder 8 Stunden den Tag, und im Mittel ungefähr 50 die übrigen 16 Stunden. Als aber die letzte Beobachtung gemacht wurde, waren nur 200 Mann 8 Stunden und ungefähr 50 die übrigen 16 Stunden lang in Arbeit. Daſs in verſchloſſenen Strecken, die ohne Luftzug ſind, die Gegenwart der Bergleute die Temperatur erhöhe, läugne ich nicht; zufolge der vorſtehenden Tafel pflegt aber die Temperatur der Luft nicht höher als die des Grubenwaſſers an derſelben Stelle zu ſeyn, und iſt es auch im Mittel nur um 1° oder 2° F. In mehreren Fällen war ſelbſt das Waſſer um 1° bis 4° F. wärmer als die umher befindliche Luft und in verſchiedenen Gruben war dieſs im Tiefſten oder nicht weit darüber der Fall.

Folgende Beobachtungen betreffen die Temperatur des Waſſers in dem groſsen Stollen, der ſich in der Nähe der Grube Nangiles über dem Thale Carnon

Digitized by Google

ausmündet. Er geht durch die vornehmſten Bergwerksdiſtrikte von Cornwall und hat mit allen ſeinen Flügeln eine Länge von 30 engliſchen Meilen, und geht von einem Ende zum andern in einer Richtung über 5, in einer andern 3 engliſche Meilen nach gerader Linie fort. Die Temperatur des Stollenwaſſers, ſagt Hr. Fox, habe er vor ungefähr 6 Wochen (der Aufſatz ſcheint im November 1822 geſchrieben zu ſeyn) nahe am Mundloche $69\frac{1}{4}^{o}$ F. gefunden. Der Feldmeſſer Richard Thomas zu *Falmouth*, dem man eine intereſſante Karte von einem groſsen Theil des Cornwaller Bergwerksdiſtrikts verdankt, habe durch viele Beobachtungen gefunden, daſs die Waſſermenge, welche aus dem Stollen flieſst, in verſchiedenen Zeiten des Jahres von 910 bis 1644 Kubikfuſs in der Minute variirt; doch ſey wahrſcheinlich jetzt die mittlere Menge des ausſtrömenden Waſſers gröſser, da man, ſeitdem er ſeine Beobachtungen machte, einige tiefe Gruben wieder aufgenommen habe. Nach ſeinen Rechnungen und nach der Tiefe des Waſſers, wie es zur Zeit der Beobachtungen des Hrn. Fox war, ſchätzt dieſer, daſs damals 1440 Kubikfuſs Waſſer in jeder Minute oder 60000 Tonnen Waſſer während 24 Stunden aus dem Mundloche ausfloſſen.

Dieſer Hauptſtollen beſteht aus 3 Hauptäſten. Der erſte geht von ihm ab, ungefähr eine engliſche Meile vom Mundloche, nach den Gruben United Mines, Consolidated Mines, Huel Squire, Ting-Tang, Huel Maid, und South Huel Jewel, welche im Mittel 150 bis 160 Lachter Teufe zu haben ſcheinen. Die Temperatur des Waſſers in dieſem Arme, nahe an der Stelle, wo er abzieht, und ungefähr $1\frac{1}{2}$ engl. Meilen

von den Gruben, die ihr Waſſer hauptſächlich durch ihn entladen, war zu Ende des vorigen Monates (Oct. 1822.?), als dieſe und die folgenden Beobachtungen gemacht wurden, ungefähr 73½° F. Beinahe eine Meile weiterhin theilt ſich der Hauptſtollen wiederum in zwei Aeſte. Der eine löſt die Waſſer der Gruben: Poldice; Huel Unity; Huel Unity-Wood, Huel Damsel; Huel Pink; Rose Lobby; Huel Hope; Huel Gorland, Huel Jewel und Huel Clinton; welche im Mittel 110 bis 120 Lachter Tiefe haben mögen. Ungefähr eine engl. Meile von der vornehmſten dieſer Gruben, betrug die Temperatur ſeines Waſſers 66½° F. Mit dem dritten Aſt ſind die Gruben Treskerby, Huel Chancer, Chacewater, North Dawns, Creegbraws, Huel Boys, Cardrew und einige kleinere verbunden, die im Mittel 100 bis 110 Lachter tief ſeyn mögen. Etwa 3½ engl. Meilen von dieſen Bergwerken betrug die Temperatur des Waſſers 65° F. Die Menge des Grubenwaſſers, welches durch jeden dieſer Aeſte abfließt, habe ich nicht gemeſſen; offenbar aber führten ſie nicht bloſs das Waſſer aus, welches aus den unter der Stollenſohle befindlichen Strecken heraufgepumpt wurde, ſondern auch dasjenige, welches durch die höher liegenden 30 bis 50; an einigen Stellen ſelbſt 60 bis 70 Lachter mächtigen Erdſchichten durchſickert. Dieſes iſt die Urſache, warum die Temperatur des Stollenwaſſers gröſser als die iſt, welche man zu finden erwarten könnte. Die Verſchiedenheit der Temperatur in den drei Aeſten des Stollens läſst ſich erklären aus der Verſchiedenheit der Tiefe der Gruben, deren Waſſer durch ſie gelöſt werden, und daraus, daſs mehrere der Gruben, die mit den beiden letzten

durchſchlägig ſind, zum Erliegen gekommen und zum Theil erſoffen ſind.

Wie ich bemerkt habe, fließt zwar das meiſte Grubenwaſſer der obern Strecken unmittelbar in die Ciſternen der Pumpen, doch laſſen die Erd- und Felſenſchichten, über die es fortrinnt, etwas Waſſer hindurchſickern, welches ſich theils dem untern, ehe es in die Strecken fließt, beimengt, theils in zahlreichen Tropfen oder kleinen Adern durch die Decke der unteren Strecken dringt. In beiden Fällen muſs es auf die Temperatur dieſer Strecken einwirken, und das iſt der Grund, warum ſie nicht überall in gleichen Tiefen gleich iſt. Stände alles Waſſer unter der Oberfläche der Erde in freier und offener Verbindung, ſo wäre es unmöglich, Bergwerke zu Sumpfe zu bringen; der Druck der Waſſerſäulen würde unwiderſtehlich ſeyn und ihr Andrang alles überwältigen.

Die hohe Temperatur in Bergwerken ſcheint in keiner nothwendigen Verbindung mit den Mineralien zu ſtehen, welche dieſe enthalten; ſelbſt wo Schwefelkies in Menge vorkommt, iſt die Temperatur nicht höher, als wo er gänzlich fehlt.

Reichen die mitgetheilten Thatſachen hin, zu beweiſen, daſs die höhere Temperatur unter Tage nicht bloſs von örtlichen oder zufälligen Urſachen abhängt, ſo muſs ſie entweder dem Erdkörper ſeit ſeiner Bildung eigenthümlich ſeyn, oder von Urſachen abhängen, die in beſtändiger Wirkſamkeit ſind. Der erſteren Annahme ſtände, meint Hr. Fox, beſonders der Umſtand entgegen, daſs Granit und mehrere harte Felsarten im Allgemeinen von niedriger Temperatur ſind, als Thonſchiefer und mehrere poröſe und weiche Fels-

Digitized by Google

arten, die die Wärme ſchlecht leiten. Dahingegen lieſse ſich annehmen, daſs z. B. Elektricität, die durch die gegenſeitige Berührung verſchiedener Mineralien und durch Kryſtalliſation erregt würde *), nicht bloſs die Hitze erzeugte, ſondern auch zugleich Urſach wäre von der ungewöhnlichen Menge und Lagerung homogener Mineralien in den Erzgängen etc. und der bewundernswerthen Ordnung der Dinge unter Tage. Doch ſtellt er dieſs nur als Vermuthung hin.

Zuſatz. Einige Verſuche, die ich vor Kurzem mit Waſſer aus dem Tiefſten tiefer Gruben angeſtellt habe, „ſagt Hr Fox," belehrten mich, daſs es in den mehrſten Fällen nur ſehr wenig fremde Subſtanzen aufgelöſt enthält, in der Pinte nur ein bis höchſtens 5 oder 6 Gran. Die Reinheit deſſelben ſteht auch in keinem Zuſammenhange mit der Tiefe oder der Temperatur der Gruben; denn ſo z. B. ſind *Huel Abraham* und *Dolcoath* die beiden tiefſten und zugleich die beiden wärmſten Bergwerke in Cornwall, und doch enthielt in beiden das Waſſer aus dem Tiefſten nicht mehr als 2 Gran fremder Beſtandtheile in der Pinte aufgelöſt. In mehreren andern Bergwerken iſt dagegen das Grubenwaſſer weit weniger rein. Das aus den *Consolidated Mines* läſst beim Abdampfen 10 Gran Rückſtand auf die Pinte. Das von *Huel Unity* 16 Gran, und das von *Poldice* aus einem der Schächte 19 und aus dem anderen Schachte 92 (*ninety-two*)

*) Hr. Fox führt bei dieſer Veranlaſſung an: einen Meſſingdraht, der zwei Mal um ein Stück Schwefelkies gewunden war, und ſo, in naſſer Leinwand eingeſchlagen, einige Tage gelegen hatte, habe er in Kupfer und Zink, letzteres an der Oberfläche, zerſetzt gefunden.

Digitized by Google

Gran. Die meiſten von mir unterſuchten Grubenwaſſer enthalten vorzüglich ſalzſaure Salze, insbeſondere ſalzſauren Kalk und ſalzſaures Eiſen. In einigen Fällen fand ich in ihnen *ſalzſaures* Natron, beſonders im Grubenwaſſer aus dem Tiefſten der Bergwerke *United Mines*, *Consolidated-Mines*, *Huel Unity* und *Poldice*. Von den 92 Gran Rückſtand aus einer Pinte Grubenwaſſer des einen Kunſtſchachtes dieſes letzteren, waren 24 Gran *ſalzſaures Natron* und 52 Gran ſalzſaurer Kalk mit etwas ſalzſaurer Talkerde, und die übrigen 16 Gran ſalzſaures Eiſen und wenig ſchwefelſaurer Kalk. Das Waſſer des andern Kunſtſchachtes derſelben Grube enthielt in der Pinte 5½ Gran ſalzſaures Natron und ungefähr 13 Gran ſalzſauren Kalk, ſalzſaure Magneſia und kohlenſaures Eiſenoxyd. Alle genannten Bergwerke liegen im Innern von Cornwall mehrere engliſche Meilen von dem Meere entfernt.

III. Beobachtungen und Folgerungen von M. P. Moyle. Esq. zu Helston in Cornwall.

(Hrn. Moyle's Aufſatz über die Temperatur in Bergwerken iſt der letzte im 2ten Bande der Schriften der Cornwaller geologiſchen Geſellſchaft. Mit einigen neuen Thatſachen und mit Bemerkungen über die Behauptungen des Hrn. Fox und Forbes erſchien er wiederum im Januarhefte 1823 der Annals of Philosophy, und im Juliheft deſſelben Jahres ein Nachtrag dazu, dem ſpäter im Decemberheft 1824 derſelben Zeitſchrift ein zweiter folgte. Auch ſchon im Aprilheft 1822 macht Hr. Moyle, der nicht geneigt iſt, eine innere, im eigentlichen Sinne des Wortes, tiefer liegende Urſache der höheren Temperatur in Bergwerken zuzugeben, mehrere Einwürfe gegen Hr. Fox Beobachtungen; doch mögen ſie hier übergangen ſeyn, da er ſelbſt ſpäterhin ſeine erſten Beobachtungen nicht für ganz zuverläſſig erklärt, und Hr. Fox die Einwürfe,

als rühre die Wärme von Gegenwart der Bergleute, Verdichtung der Luft etc. her, durch die ſchon S. 421 angeführte Beobachtung der Temperatur eines Erzganges in der Grube Dolcoath ſehr treffend niedergeſchlagen hat. Hrn. Moyle's fernere Bemerkungen ſind freilich von gleicher Natur mit den erſten und könnten vielleicht gänzlich übergangen werden, wenn man die Centralwärme als ausgemachtes Factum betrachtet. Ein ſolches Verfahren möchte indeſs zu parteiiſch erſcheinen und würde nichts zur Ueberzeugung der Gegner beitragen. Deshalb mögen Hrn. M. Beobachtungen hier auch ihren Platz finden und zwar die aus dem erſtgenannten Aufſatz meiſt unverkürzt, damit der Leſer hinreichende Data zur Beurtheilung finde, die dennoch ohne ſehr genaue Kenntniſs der Lokalität bei dieſem Gegenſtande faſt unmöglich iſt. Ein groſser Theil der Einwürfe ſcheint mir ſchon von den Hrn. Forbes und Fox widerlegt zu ſeyn, auch haben die Beobachtungen mit dem Thermometrographen in ſenkrecht ſtehenden Waſſerſäulen offenbar das geringſte Gewicht, da es eine bekannte Sache iſt, wie ſchnell ſich in dieſen die Temperatur ausgleicht. Auch iſt nicht zu überſehen, daſs Hr. M. doch ſelbſt die Temperatur des in der Grube Oatfield in 1392 Fuſs Tiefe hervordringenden Quellwaſſers zu 82 und 86½° angiebt. *P.*)

Hr. M. ſagt, er ſey ſchon im Jahre 1812 auf die Temperatur in Bergwerken, durch die verſchiedene Wärme des Waſſers aus verſchiedenen Tiefen, aufmerkſam geworden und habe ſeitdem manche Beobachtung darüber niedergeſchrieben; doch habe er erſt in den letzten Monaten dabei mit möglichſter Sorgfalt und Genauigkeit verfahren, daher er von den älteren nur einige mittheile. Wo bei den neueren das Ergebniſs ihm im Mindeſten zweifelhaft geſchienen, habe er die Beobachtung auf verſchiedene Weiſe wiederholt, indem er z. B. das Thermometer 15 bis 20 Minuten lang in das Geſtein oder in die Wände der Strecke einſenkte, in den Schlamm oder das ſtillſte-

Digitized by Google

hende Waſſer der Strecke tauchte, oder auch in das Waſſer der in den Strecken hervordringenden Quellen hineinbrachte und gleichzeitig 2 bis 3 correſpondirende Thermometer beobachtete.

Ich habe kürzlich die Temperatur dreier Strecken unterſucht, die von Crenver direct unter der tiefſten Strecke in der Grube Trenoweth getrieben waren. 124 Fathoms unter dem Ausgangsſtollen oder 936 Fuſs unter der Oberfläche war die Temperatur 57°; bei 984 Fuſs, 58° und bei 1044 Fuſs, 58°. Fünf Monate zuvor, als die Gruben in Betrieb ſtanden, war die Temperatur in der letztgenannten Strecke 68°.

In der Kupfergrube *Oatfield* war im May 1822 die Temp. der Luft im Kunſtſchacht am Eingangsſtollen 61°; 1092′ unter der Oberfläche 77°; 1272′ tief und 480′ öſtlich vom Schacht, 78°; 1332′ tief und 600′ öſtlich vom Schacht 81°, in derſelben Strecke 360′, weſtlich vom Schacht aber nur 78°. Keiner dieſer Orte ſtand im Betrieb, doch war der letztere denen, wo gearbeitet wurde, näher, als die anderen. In 1392′ Tiefe und 72′ öſtlich vom Schacht, wo gearbeitet ward, war die Temp. 80°; nur 24′ tiefer aber 180′ weſtl. vom Schacht, in einem geſchloſſenen Ende war ſie 85°. *Hier hatte das Waſſer, was in beträchtlichen Strahlen aus zwei ſchmalen Adern, am Boden der Gallerie, hervordrang, wenige Fuſs von einander die verſchiedenen Temperaturen von* 82° *und* 86½° F.

Seitdem wurden die Pumpen aus den tiefſten Theilen der Grube fortgenommen, und der Schacht füllte ſich, bis zu 182 Fathoms unterhalb der Oberfläche auf mehrere Monate mit Waſſer. In dieſer Strecke

war die Temperatur ungefähr 77°, aber einige Monate ſpäter (Sept. 1822) als das Waſſer bis zur Strecke geſtiegen war, war die Temperatur des Waſſers wenige Fuſs unter ſeiner Oberfläche 69° und 72′ unter derſelben 71°. Vierzehn Tage ſpäter wiederholte ich den Verſuch und fand die Temp. wenige Fuſs unter der Oberfläche des Waſſers 66°, und 12 Fathoms tief im Waſſer 67°; es hatte ſich alſo innerhalb 14 Tagen um 2 Grad, und ſeit ſeinem Eintritt in die Grube um 11° abgekühlt.

In der Kupfergrube *Crenver*, einem ſehr kleinen Werk, war die Temperatur, 300′ tief und 300′ öſtl. vom Kunſtſchacht, 55°; 432′ tief 56°; 492′ tief 61°; 617′ tief 62°; 672′ tief 64°; 732′ tief 64° im Schacht, aber in einer Strecke 360′ öſtl. nur 60°; 792′ tief, 63° im Schacht, aber 1200′ öſtl. von demſelben nur 61°, und 852′ öſtl. 62°, aber 180′ weſtl. war ſie 64° und 1200′ weſtl. 68°.

Huel Abraham liegt auf demſelben Gange mit Trenoweth, Crenver und Oatfield iſt meiſt in allen Theilen in vollem Betrieb. 1332 Fuſs unter der Oberfläche war die Temperatur 84°. In 1392′ Tiefe ſtand das Thermometer, an einem Montag-Morgen, ehe die Bergleute zur Arbeit zurückgekehrt waren und die Blasmaſchine friſche Luft in die Grube gebracht hatte, auf 90°; wenige Tage hernach, als der Ort durchſchlägig geworden, war es bis auf 86° gefallen. Bei 1452′ Tiefe, ſtand es in einer Strecke auf 84°, und in einer andern (dem einzigen Ort, wo ſich keine Arbeiter befanden) auf 86° F.

Ich will nun die Reſultate einiger Verſuche erwähnen, um die Temperatur des Waſſers bei verſchiede-

Digitized by Google

ner Tiefe in Gruben auszumitteln, die lange aufser Betrieb ſtanden.

Die Kupfermine *Herland* iſt, ausgenommen oberhalb des Stollens, ſeit 15 Jahren verlaſſen. Am 28. May 1822, als die Temperatur an der Oberfläche im Schatten 64° und in der Sonne 74° betrug, fand ich die des Waſſers, welches zum Stollen hinausfloſs, in 32 Fathoms Tiefe, 52°; bei Annäherung zum Kunſtſchacht ſtieg ſie auf 53°. Als 2 Thermometrographen (Self-registering thermometers) hinabgeſenkt wurden, die in einem Gehäuſe beſchwert mit eiſernen Gewichten gut verwahrt waren, fand ſich die Temperatur in 10, 20, 40, 60 und 100 Fathoms Tiefe im Waſſer, und 792 Fuſs unter der Oberfläche der Erde gleichförmig zu 54° F. In einem andern Schachte dieſer Grube, 360′ nordweſtl. von dem groſsen Kunſtſchacht, hatte das aus dem Stollen flieſsende Waſſer 54° Temperatur, dahingegen in 10, 20 und 40 Fathoms Tiefe, 56° F.

Am 8. Jun. beſuchte ich *Huel Pol* und *Huel Rose*, Bleigruben bei Helston; in zwei Schächten war die Temperatur des Waſſers, bei 10 und 20 Fathoms Tiefe 53° F.

In *Huel Rose*, hatte das Waſſer im Kunſtſchacht bei 60′ Tiefe 53½°; bei 120 Fuſs 53½°; bei 240 Fuſs 53¾° und bei 300 Fuſs nur 53° F. Die Zeit, während welcher man das Thermometer in den verſchiedenen Tiefen (mit Ausnahme der letzten) verweilen lieſs, betrug 10 Minuten, welches vielleicht kaum lang genug war.

In *Huel Alfred*, war, im Juli 1822, die Temperatur des Waſſers im Stollen (adit) 18 Fathoms unter der Oberfläche: 56°, und eben ſo war ſie gleich-

Digitized by Google

förmig in Tiefen von 60, 120, 240, 360, 600 und 672 Fufs im Waffer oder 780 Fufs unter der Oberfläche.

In *Relistian* Grube in Gwinear, welche während des Betriebes viel heifser feyn foll, wie im Allgemeinen die Gruben, fand ich die Temperatur (im Jul.) des Waffers im Stollen, in 25 Fathoms Tiefe, nur 55° und bei 10, 20 und 25 Fathoms Tiefe war fie noch diefelbe.

Huel Ann, eine alte Zinngrube, 353 Fufs über dem Spiegel des Meeres, liegt im Granit und mit Huel Trumpet, im Kirchfpiele *Wendrom*, auf demfelben Gang. Diefe Grube ift feit 20 Jahren verlaffen, wird aber gegenwärtig wieder aufgenommen. Bei Oeffnung eines Schachtes fand ich, dafs man 120 Fathoms fenkrecht hinablöthen konnte. Ich that dieſes mit einem 50 Pfund Gewicht, an welchem eine gewöhnliche Flafche, gut verkorkt, verfiegelt und verwahrt, befeftigt war, und fo, dafs mittelft einer kleinen Schnur der Pfropfen nach einem Zeitraum von einigen Minuten abgezogen wurde; das hiedurch aus dem Tiefften gefchöpfte Waffer hatte eine Temperatur von 52°, und eine Pinte von demfelben, hinterliefs nur einen Rückftand von $1\frac{1}{2}$ Gran. Ich fenkte darauf einen Thermometrographen hinein, wie bei meinen frühern Verfuchen, und fand die Temperatur in Tiefen von 30, 60, 120, 240 u. 720 (dem Tiefften der Grube) Fufs, überall zu 52°. Das Tiefſte diefer Grube liegt 804 Fufs unter der Oberfläche und das Thermometer blieb daſelbſt 4 Stunden lang im Waffer.

Als ich meine Verfuche über die Temperatur des Waffers in Herland Grube wiederholte, fand ich die-

Digitized by Google

ſelbe in allen Tiefen wie zuvor, nämlich 54° in dem alten Kunſtſchacht; 56° in einem andern, 60 Fathoms davon abſtehend; und in einem dritten, zuvor nicht unterſuchten, nur 52°.

Huel Franchise, eine Zinn- und Kupfergrube, im Kirchſpiele Wendrom, 313 Fuſs über dem Spiegel der See und parallel mit Huel Trumpet, ſteht ungefähr ſeit 2 Jahren auſser Betrieb. Das Waſſer im Tiefſten derſelben, oder 180′ tief, hatte 51° F.

Huel Nancy, liegt auf demſelben Gang. Dieſe Grube, ſeit länger als 20 Jahren verlaſſen, iſt 200′ tief und zeigt in allen Tiefen 51°, während die Temperatur im Schatten an der Oberfläche 55° war.

Hr. Moyle glaubt dieſe Thatſachen bewieſen, daſs die Wärme der Erde nicht mit der Tiefe zunehme, ſondern daſs die Temperatur in den gröſsten Tiefen nahe gleich ſey mit der mittleren jährlichen Temperatur unter jener Breite. Er ſtellt die obigen Thatſachen noch in einer Tafel zuſammen, die aber hier der Raumerſparung halber fortgelaſſen iſt.

In Hrn. Fox Tafeln, „bemerkt Hr. Moyle“, iſt die Unregelmäſsigkeit in dem Anwuchs der Temperatur ſehr hervortretend. So ſcheint es in der Chacewater-Grube bei 600 Fuſs Tiefe eben ſo warm zu ſeyn, als in der Dolcoath Grube bei 1440 Fuſs, in beiden nämlich 84°. Ferner iſt es in United Mines bei 420 Fuſs ſo warm, als in Dolcoath bei 1200 Fuſs; ſo warm in Chacewater bei 480 Fuſs, als in Huel Damsel bei 840 F.; ſo warm bei 780 F. in Treskerby, als bei 1380 in Dolcoath u. ſ. w., und in United Mines, bei 1080 Fuſs Tiefe, wärmer als in irgend einer anderen Grube der Grafſchaft. Aus dieſer Angabe ſcheine es, daſs man,

Digitized by Google

um die Temperatur der Erde 27° F. wärmer zu finden in Chacewater 540 Fuſs, in Dolcoath 1380 Fuſs und in United Mines 1080 F. hinabgehen müſſe.

Ferner, bemerkt Hr. M., müſſe die Temperatur, nach Abzug deſſen, was man zufälligen Urſachen zuſchreiben könne, in einer Tiefe von 1044 Fuſs, Hrn. Fox zufolge 69½° und Hrn. Dr. Forbes zufolge, 66½° betragen; dahingegen nach ſeinen Beobachtungen die von Crenver unter Trenoweth getriebene Strecke, die genau in dieſer Tiefe liege, nur 58° zeige, obgleich daſelbſt nicht gearbeitet werde, auch betrage daſelbſt an einem andern in Betrieb ſtehenden Ort, der allen äuſseren Wärmequellen ausgeſetzt ſey, die Temperatur nur 68° F.

Dr. Forbes hatte aus der Temperatur der Grubenwaſſer aller verlaſſenen Bergwerke einen Beweis für die hohe Temperatur der Cornwaller Bergwerke in der Tiefe gezogen. Gerade dieſes aber, meint Hr. M., werfe ihre Theorie gänzlich um; denn er könne nun beweiſen, daſs die groſsen Anhäufungen von Waſſer ſelbſt eine geringere Temperatur haben, als die angenommene mittlere Temperatur des Klima, z. B. die in Huel Ann in 130 Lachter, die im dritten Schacht der Grube Herland in 160 Lachter Tiefe, in Ding-Dong, Huel Roſe u. ſ. w. Die beiden einzigen Fälle von Bedeutung, welche Dr. Forbes für jene Behauptung vorbringe, ſeyen die aus den Gruben Botallack und Little Bounds; aber was den erſteren beträfe, „ſo ſey die Wärme des Grubenwaſſers an der Sohle des Werkes (*at the bottom of the working*) nicht gegeben“ und was es denn mit der Temperatur am Boden der angehäuften Grubenwaſſer in Little Bounds zu thun habe,

Digitized by Google

dafs die Pumpen im Jahre 1822 Waſſer von 56½° ausgoſſen. Dr. Forbes ſelbſt erzähle auf der folgenden Seite, dafs eine grofse Menge Grubenwaſſer, ähnlich der letztern, in dem alten verfallenen Theile von Ding-Dong, beim Arbeiten in 444 Fufs Tiefe durch Unvorſichtigkeit ſey angebohrt worden, und dafs das Waſſer, was aus demſelben (und das war die Sohle des verlaſſenen Theiles) hineindrang, nur 55½° F. Wärme hatte, welches beweiſe, dafs es ſelbſt im Mittelpunkt der Erde eben ſo kalt ſeyn könne, als in irgend einer Tiefe an der Oberfläche. — — Da endlich Hr. Dr. Forbes durch ſeine phyſikaliſchen Erörterungen über die von ihm ſogenannten fremdartigen Quellen der Wärme in Bergwerken, zu Reſultaten geführt werde, die weit von dem abliegen, was ſich in Wirklichkeit finde, ſo laſſe ſich, glaubt Hr. Moyle, deſſen Meinung nicht halten, und dieſe Extra-Portion müſſe von der Erde ſelbſt herrühren. Uebrigens gebe es wohl kaum ein ſchwierigeres Problem, als die *unzählig* vielen Quellen von Wärme in einem Bergwerke, das in voller Arbeit ſteht, genau zu ſchätzen.

In ſeinem letzten Aufſatz (Annals of Phil. Dec. 1824) ſtellt Hr. Moyle zunächſt einige Betrachtungen über die Art an, wie dieſe Beobachtungen am zuverläſſigſten zu machen ſeyen. Er meint, das Bohren von Löchern in dem feſten Geſtein im Tiefſten der Grube oder an einer andern Stelle, ſey trüglich, ſobald man dem Loche nicht eine beträchtliche Tiefe gebe, es nicht auf dem Gang anbringe, und nicht Waſſer in einem mächtigen Strahl aus demſelben hervorquel-

Digitized by Google

le *). Die erwärmte Luft würde sonst in das Loch eindringen und ihm bald dieselbe Temperatur ertheilen, welche die Wände der Strecken besitzen. Auch räth er, nur in solchen Theilen einer Strecke zu bohren, die keine andere Strecken über sich haben, weil sonst aus den letztern Wasser herabsickern könnte.

Hierauf theilt Hr. Moyle in Bezug auf seinen früheren Aufsatz einige im Sommer 1824 angestellte Beobachtungen mit.

Er hatte früher die Temperatur im Kunstschacht der Grube Oatfield bei 182 Lachter Tiefe, während des Betriebes 77° gefunden, 66° hingegen nachdem die Grube verlassen war und alles unter Wasser stand, so wie 67° für die Temperatur dieses Wassers bei 12 Lachter Tiefe. Jetzt war die Grube seit einigen Monaten verlassen, und als ein Thermometrograph hineingesenkt ward, fand sich die Temperatur des Wassers überall in jeder Tiefe zu 54° F.

Die Temperatur des Wassers in den verlassenen Gruben Herland und Huel Alfred hatte er früher, die erstere zu 54°, die letztere zu 56° angegeben. Seitdem waren die Gruben wieder aufgenommen und das Wasser in dem Kunstschacht bis zu 52 Lachter unter Tage ausgepumpt. Die Temperatur dieses Wassers an seiner Oberfläche war 58°, aber 8 bis 10 Lachter unterhalb derselben noch 54°. Der Schlamm in einer Strecke bei diesem Niveau hatte 54°, während die Luft

*) Gerade das Wasser möchte indefs, wo möglich, hier ganz auszuschliefsen seyn, wie schon bei einigen Beobachtungen des Hrn. Fox und den früheren des Hrn. d'Aubuisson und des Hrn. Ober-Berghptm. v. Trebra geschehen ist. *P.*

Digitized by Google

im Schacht 58° befafs. Der Schlamm in einigen Strekken, zu denen man fogleich auf beträchtliche Abftände eindringen konnte, ehe die Arbeiter Zutritt hatten, befafs keine höhere Temperatur als 56°; während die Luft daſelbſt bis auf 1° mit der im Kunſtſchacht übereinkam. Die Oberfläche des Waſſers im Schachte wurde in dem Maafse wärmer, als ſie weiter hinabſank, ſo dafs ſie 66° zeigte, als 100 Lachter Waſſer fortgepumpt waren; 10 Lachter unter der Oberfläche des Waſſers waren wie vorhin 54° F.

Aehnliche Erfahrungen wurden gemacht, als man die Grube *Huel Alfred* trocken legte. Das Waſſer in dieſer war zuvor in allen Tiefen von 56°. Nach Fortſchaffung des Waſſers fand man die Temperatur des Schlammes in den meiſten Strecken 56°; eben dieſs war die Temperatur des Waſſers bei 8 bis 10 Lachter Tiefe unter ſeiner Oberfläche. Nur darin waren die Umſtände von den in Herland-Grube verſchieden, dafs die Oberfläche des Waſſers, während ihres Sinkens, eben ſo wie die Luft, beſtändig nur 59° zeigte, obgleich das Waſſer urſprünglich 2° wärmer war als dort, wo es während des Auspumpens bis zur ſelben Tiefe um 10° ſtieg. Der Grund hievon ſcheint darin zu liegen, dafs die Kunſt in Huel Alfred das Waſſer vergleichungsweiſe viel raſcher hob, als in der andern Grube; in Huel Alfred mehr in einem Monat, als in Herland in 6 Monaten.

In der Zinngrube Huel Trumpet liefs Hr. M. zwei Löcher in den Gang bohren; eins am Ende der Strecke die bei 80 Lachter, und das andre in der die bei 94 Lachter Tiefe unter der Oberfläche fortgeht. Jedes dieſer Löcher war 2 Fufs tief und ſo gelagert, dafs das Waſſer

Digitized by Google

aus ihnen hervor drang. Diese Orte wurden gewählt, weil sie am weitesten vom Schachte entfernt, und folglich am meisten von dem Wasser befreit waren, was aus den oberen Strecken herabsickern konnte. Der erstgenannte Ort lag noch um eine Lachter weiter weg, als der zweite tiefer liegende, und das Wasser drang daselbst in einem mächtigen Strahl *aus dem Loche* hervor. Die Temperatur dieses Wassers am Boden des Loches war nur 54°, die des Wassers im zweiten Loche, unter denselben Umständen, 56°. Eine kurze Verbindungsstrecke war im vollen Betriebe, und hatte ohne Zweifel Einfluss auf die Temperatur des Wassers in der untern Strecke, da alles Wasser daselbst in den Boden drang und wahrscheinlich hinabsickerte.

IV. Erfahrungen aus den brittischen Steinkohlenbergwerken, von Robert Bald.

(Sie wurden vorgelesen in der K. Gesellschaft der Wissenschaften zu Edinburgh im Jahre 1819 und stehen im Auszuge in dem Edinb. philos. Journ. Vol. I. p. 134.

Die Zunahme der Temperatur in den Steinkohlengruben ist einem Jeden, der sie zu befahren Gelegenheit hatte, eine bekannte Sache. Wenn ein Schacht (dip-pit) mit einem andern (rise-pit) in Verbindung kommt, so entsteht augenblicklich ein lebhafter Wetterwechsel, wie ein schwacher Wind. Steht die Temperatur der Erde auf dem Frostpunkt, so dringt die Luft in jenen Schacht hinein, macht alles Wasser an den Wänden desselben gefrieren und bildet selbst am Dache der Kohlen in der Mine Eiszapfen; sie wird aber bei ihrem Durchzuge durch das Bergwerk bis zu dem andern Schacht (to the rise-pit), der in der Regel von geringerer Tiefe ist, in ihrer Temperatur sehr

Digitized by Google

erhöht und geht zu dem Mundloche deſſelben in Geſtalt einer dichten Nebelwolke heraus, welche durch Verdichtung der Waſſerdämpfe der Grube in der eiskalten Atmoſphäre entſteht.

Folgendes ſind die Temperaturen der Luft und des Waſſers in den tiefſten Steinkohlenbergwerken von Groſsbritannien:

	An der Oberfläche der Erde.	In Tiefen von engl. Fuss unter der Oberfläche.
Whitehaven in Cumberland	55°(l); 49°(w) *a*)	480′, 63°(l), 60°(w); 600′, 66°(l)
Workington – –	56°(l); 48°(w) *a*)	180′ 50°(w); 504′, 60°(w) *b*)
Teem in Durham	— —	444′, 68°(l), 61°(w) *c*)
Percy Main in Northumberland	42° (l)	900′, 70° (l), 68° (w) *d*)
Jarrow in Durham	49½° (l)	822′, 70°(l), 68°(w); 900′, 64°(l) *e*)
Killingworth in Northumberland	48° (l)	790′, 51° (l); 900′, 70° (l) *f*) 1200′, 77° (l), 74° (w) *g*)
Prince's-end Pit in Staffordshire	— —	über 480′; 47½° (w) *h*)

a) Quellen.
b) Unter dem Wasser des Irischen Meeres; die Tiefe vom Meeresspiegel abgerechnet.
c) In einer etwas über dem Meere erhobenen Gegend.
d) Unter dem Bette des Flusses Tyne; die Tiefe vom Meeresspiegel an gerechnet; Leslie's Hygrometer zeigte hier 85° Trockniss.
e) Die Luft an der Sohle des Schachtes 64° f. Die Grube Jarrow ist der tiefste senkrechte Schacht in Gross-Brittannien, da er 900′ misst, bis zum Fuss der Pumpen.
f) Nachdem die Luft 1¼ Meile weit gegangen ist, von der Sohle des *Downcast pit.*
g) Dieses ist die tiefste Steinkohlengrube in Grossbritannien. Destillirtes Wasser kocht hier im Tiefsten bei 213° f, während es an der Oberfläche bei 210½° f kocht.
h) Die Luft in den Gruben über 60° f.

„Die Erfahrung lehrt, daſs es in Steinkohlenbergwerken immer trockner wird, je tiefer man in ihnen hinabkommt; in mehreren Fällen fehlt es in der Tiefe ſo ganz an Waſſer, daſs auf die Strecken, auf denen die Pferde gehen, Waſſer gebracht werden muſs, damit die Treiber von dem Staube nicht zu ſehr leiden. Die hohe Temperatur im Prince's-end

Digitized by Google

Pit haben wir Grund, der Zerſetzung von Schwefeleiſen zuzuſchreiben, die ſich unter dem Abfall von Steinkohlen befinden und nicht ſelten einen wirklichen und ſehr heftigen Brand hervorbringen. Die Zunahme der Temperatur, wie ſie ſich aus den vorſtehenden Beobachtungen ergiebt, ſcheint ihren Urſprung in einer beſtändigen natürlichen inneren Wärme vermöge der phyſikaliſchen Beſchaffenheit der Erde zu haben.“

„Man hat behauptet, die Wärme in den Bergwerken rühre von den Bergleuten, von den Pferden und vom Brennen der Lichter her; dieſe Urſachen können aber die Temperatur höchſtens um 1° oder 2° erhöhen, da man zur Sicherheit der Grubenarbeiter beſtändigen Luftzug zu unterhalten genöthigt iſt. Noch andere haben dieſe Wärme einer Zerſetzung der Schwefelkieſe zuſchreiben wollen, an welchen die Steinkohlen und die ſie begleitenden Erdſchichten immer ſehr reich ſind, und ſuchen darin die Urſache der hohen Temperatur der heiſsen Quellen. Dieſe Meinung ſcheint aber nicht haltbar zu ſeyn. Zwar ſind die ausgedehnten Steinkohlenlager Groſs-Britanniens auſserordentlich reich an Schwefelkieſen, aber noch nie hat man Schwefelkies an ſeiner Geburtsſtelle ſelbſt und in ſeiner natürlichen Lage zerſetzt gefunden, obſchon die Steinkohlen viel Waſſer enthalten und kohlenſaures Gas und Kohlenwaſſerſtoffgas entbinden, nie aber atmoſphäriſche Luft; und allein wenn Sauerſtoffgas auf ſie einwirkt, zerſetzen ſich die Kieſe. Wären die Schwefelkieſe in ihrer natürlichen Lage (*in situ*) einem Zerſetzen unterworfen, ſo würde der gröſste Theil der Steinkohlenlager in der gan-

Digitized by Google

zen Welt durch Selbſtentzündungen zerſtört ſeyn; ſolche freiwillige Entzündung findet in den Steinkohlengruben aber bloſs da Statt, wo man die Schwefelkieſe unter den Abfall wirft und atmoſphäriſche Luft und Feuchtigkeit Zutritt zu ihnen hat. Gäben ſich zerſetzende Schwefelkieſe den heifsen Quellen ihre Temperatur, ſo würden dieſe immerfort in Temperatur und Miſchung variiren, je nachdem ſich die Kieſe in gröſserer oder geringerer Ausdehnung zerſetzten *).

*) Der verewigte Gilbert hatte dem Obigen noch einen aus den Schriften der Wernerian Society entlehnten Aufſatz von Hrn. M. Miller hinzugefügt, der aber keine Thatſachen enthält, ſondern nur einen Verſuch, die Temperaturzunahme, wie auch ſchon ſonſt geſchehen iſt, durch Verdichtung der in die Schächte hinabſtrömenden Luft zu erklären. Das Unhaltbare dieſer Erklärungsweiſe — die offenbar einem Miſsverſtändniſs, über die Urſachen der Temperaturabnahme mit der Höhe in freier Luft, ihr Daſeyn verdankt — iſt leicht zu erweiſen. Ich benutze indeſs dieſen Raum nur, um in gedrängter Kürze, die vorzüglichſten der älteren Beobachtungen hinzuzufügen, und folge dabei zunächſt der Zuſammenſtellung im 13t. Bd. d. Ann. de Ch. et Phys. (*P.*)

I. Gensane, Director der Gruben zu Giromagny, 3 Lieues von Béfort in den Vogeſen, fand daſelbſt die Temperatur: bei 101 Meter Tiefe, 12°,5 C.; bei 206 M. 13°,1 C.; bei 308 M. 19°,0 C.; und bei 433 M. 22°,7 C.

II. Sauſſure (Voyage §. 1088) fand, in einem Schachte bei *Bex* (Canton Bern) in welchem nicht gearbeitet wurde, die Temperatur der Luft und des ſtehenden Waſſers bei 108 Meter Tiefe: + 14°,4 C.; bei 183 Meter: + 15°6 C. und die einer Salzquelle am Grunde des Schachtes bei 220 Meter: + 17°,4 C.

III. D'Aubuiſſon giebt über die Temperatur der Gruben in der Gegend von Freiberg folgende Angaben (über ſie und einige ältere Beobachtungen iſt auch nachzuſehen Journ. de Physiq. p. Delametherie Tom. 62. p. 443):

Digitized by Google

1) Grube *Beſchert Glück*.

Das Thermometer in offener Luft nahe an der Grube		— 4° C.;
Am Eingang des Schachtes, durch welchen die Luft ausſtrömte		+ 10°,0 —
In 120 Meter Tiefe, in einem Waſſerſtollen 1200 Meter vom Schacht		+ 10°,0 —
- 160 - -	das Waſſer in einer Strecke nahe am Schacht	+ 11°,2 —
- 220 - -	in einer Strecke, wo ein geringer Luftzug war	+ 11°,2 —
- — - -	daſelbſt in einem Waſſerſtrahl, der Armes dick aus dem Felſen drang	+ 12°,5 —
- 260 - -	in einer Strecke, wo kein Luftzug war	+ 15°,0 —
- — - -	daſelbſt in einer ſtarken Quelle	+ 13°,8 —
- 300 - -	im Tiefſten der Grube	+ 15°,6 —
- — - -	im ſtehenden Waſſer daſelbſt	+ 15°,6 —

2) Grube *Himmelfahrt*.

Das Thermometer zeigte in freier Luft		— 4°,0 —
In 100 Meter Tiefe, im Waſſerſtollen		+ 10°,0 —
- 172 - -	in einer Strecke, wo nicht gearbeitet wurde	+ 12°,5 —
- 224 - -	in der Luft daſelbſt	+ 15°,0 —
- — - -	in dem aus dem Felſen hervordringenden Waſſer	+ 14,24 —
- 250 - -	im Tiefſten, wo nur 4 bis 5 Arbeitern vorhanden, in der Luft	+ 15°,0 —
- — - -	im ſtehenden Waſſer daſelbſt	+ 14,7 —

3) Grube *Kuhſchacht*, diejenige, die um Freiberg herum die gröſste Tiefe (412 Meter ſenkrecht) hat.

Das Thermometer zeigte in freier Luft		— 2°,5 C.;
Am Eingang des Schachtes		+ 10°,0 —
In 215 Meter Tiefe		+ 12°,5 —
- 271 - -	oberhalb der Fläche des ſtehenden Waſſers	+ 15°,0 —
	im Waſſer ſelbſt	+ 16°,3 —

Digitized by Google

Von 295 Meter an, unterhalb der Oberfläche der Erde, ſtand die Grube damals unter Waſſer.

4) Grube *Jung hohe Birke*, die nur einen Schacht beſitzt, damals 350 Meter Tiefe hatte und nahe 60 Meter hoch voll Waſſer war.

Das Thermometer zeigte auſserhalb der Grube			0°,0 C.;
In 78 Meter Tiefe, im Waſſerſtollen, in der Luft daſ.		+	10°,0 —
" — " " " "	im Waſſer daſ.	+	9°,4 —
" 117 " "	im ſtehenden Waſſer eine Strecke, die unter dem Waſſerſtollen liegt	+	11°,2 —
" — " "	im Waſſer daſelbſt, das aus der Decke ſickerte	+	10°,0 —
" 156 " "	in der Luft einer Strecke	+	13°,8 —
" 195 " "	in der Luft einer Strecke	+	15°,0 —
" — " "	im ſtehenden Waſſer daſelbſt	+	13°,8 —
" 312 " "	in der Luft einer Strecke, die 3 — 4 Meter oberhalb des Waſſers lag; 80 Meter entfernt von den Arbeitern	+	17°,2 —
" — " "	im ſtehenden Waſſer daſelbſt	+	17°,2 —
" 315 " "	im Waſſer, das die Grube zum Theil erſäufte	+	17°,2 —

Auch fand D. das Waſſer zweier in gleicher Tiefe liegenden Strecken, in welcher einen gegen 20 Mann arbeiteten, in der andern aber nicht gearbeitet wurde, von gleicher Temperatur.

IV. Eine vorzügliche Berücksichtigung verdienen die Beobachtungen, die Hr. Ober-Berg-Hauptmann v. Trebra zu Freiberg in einigen Gruben anſtellen lieſs. Es wurden nämlich nur ſolche Stellen ausgeſucht, die fern von den umgehenden Arbeiten lagen, wo der wenigſte Luftzug war und wo nicht einmal vorbei gefahren wurde. An dieſen wurden Vertiefungen in den Felſen ausgehauen, die Kugel des Thermometers hineingeſetzt, das Behältniſs mit einer Glasthür verſchloſſen und noch oben drein mit einer Bretterthür, zu der nur diejenigen die Schlüſſel hatten, denen die Beobachtungen anvertraut waren. So wurde in der Grube *Beſchert Glück*, vom Aug. 1805 bis Aug. 1807, täglich 3mal am Tage beobachtet und man fand, auf der 2ten Gezeugſtrecke (die

Tiefe ist nicht angegeben) das Thermometer fast beständig auf + 9½° R, in der 6ten Gezeugstrecke, 894 Fuss tiefer, unveränderlich auf + 12° R.

Eben so wurden im Jahre 1815 mit 4 Thermometern die Beobachtungen in der Fundgrube *Alte Hoffnung Gottes* zu *Grofsvoigtsberg* angestellt und gefunden,

bei Tiefen von: 255½ ; 601½ ; 953 ; 1348½ Fuss,
die Temperaturen: 7° ; 10¾ ; 12° ; 15° R.

Auch in der Grube Himmelsfürst wurden ähnliche Beobachtungen gemacht, Hr. v. T. bemerkt, dafs diese 3 Gruben, in einer Entfernung von etwa 3 Meilen auseinander liegen, und zwar im Gneusgebirge, wo sich keine beträchtlichen Quantitäten von Kiesen oder brennbaren Fossilien je haben finden lassen. Er nimmt an, dafs die Temperaturzunahme hier ungefähr 1° R auf 150 Fuss Tiefe betrage, und fügt hinzu, dafs auch in den Gruben *Ungarns* Beobachtungen mit Thermometern in freier Hand angestellt worden sind, die gleiche Verhältnisse zeigten, aber freilich nicht mit der Zuverlässigkeit, wie die hier in den Felsen eingelassenen Thermometer (Geogr. Ephem. XLIX. p. 432). Aehnliche Resultate theilt auch Hr. Prof. Lampadius mit, in seinem: Systematischen Grundrifs der Atmosphärologie. Freiberg, 1806.

V. Im Jahre 1806 stellte Hr. D'Aubuisson nachstehende Temperaturbeobachtungen in zwei verschiedenen Gruben von *Bretagne* an.

1) *Poullaouen*, die erste von diesen, liegt in 48° 17′ 49″ N. B. und 5° 55′ 57″ östlich von Paris und das Mundloch des Schachtes Saint Georges, 106 Meter über dem Meere. Dieser Lage nach mufs, theoretischen Bestimmungen zufolge, die mittlere Temperatur daselbst 11°,5 C. betragen.

Das Thermometer zeigte in der Mitte des Tages (5. Sept.) im Freien		+ 19° C.
In 16 Meter Tiefe, im stehenden Wasser, einer Strecke nahe beim Schacht		+ 13°,1 —
- 39 - -	im Wasser, das in der Strecke St. Georges (in grofser Entfernung von den Arbeitern) aus der Decke herabsickerte	+ 11°,9 —

Digitized by Google

In	39	Meter	Tiefe, in demfelben Waffer, nach dem es zum Schacht gelangt war	+ 12°,1 C.
-	75	-	- im Waffer, am Ende einer langen Strecke, entfernt von den Arbeitern	+ 11°,9 —
-	142	-	- im Tiefften des Schachtes St. Georges, im Sumpfe daſelbſt	+ 14°,2 —
-	141	-	- die Luft daſelbſt, oberhalb des Sumpfes	+ 15°,0 —
-	150	-	- im Tiefften des Schachtes St. Barbe, im Sumpfe	+ 13°,5 —
-	—	-	- die Luft daſelbſt, oberhalb des Sumpfes	+ 14°,4 —
-	—	-	- im Waffer, das aus den verlaſſenen Strecken zu dieſem Sumpfe flieſst. *)	+ 13°,3 —
-	140	-	- in der Galerie du Four nahe beim Schachte St. Barbe, deren Wände überall mit zum Theile efflorescirtem Strahlkies (Pyrite rayonné) bekleidet waren, zeigte das Thermometer in einer Spalte, wo es 15′ Minuten lang blieb	+ 14°,6 —
-	—	-	- daſelbſt, in einem kleinen Loche, aus dem eine ziemlich ſtarke Quelle hervordrang	+ 14°,6 —

2) Huelgoat, die 2te Grube, liegt in 48° 17′ 17″ N. B. und 6° 1′ 46″ öſtlicher Länge von Paris, und das Mundloch des Förderſchachtes 173 Meter über dem Meere. Die mittlere Temperatur wäre dieſemnach 11° C. Der Felſen iſt wie um Poullaouen Thonſchiefer, enthält aber hier einige Schichten Alaunſchiefer. Das Thermometer zeigte, am 5. Sept.:

In einer Strecke, ungefähr 15 Meter unter dem Stollen, ſeit mehrern Jahren gänzlich verlaſſen u. ohne Luftzug 11° C.

*) Dieſe aus den oberen Theilen der verlaſſenen Gruben herkommenden Waſſer tragen hier, wie Hr. D. bemerkt, hauptſächlich dazu bei, die Temperatur zu erniedrigen.

Digitized by Google

In	70	Meter	Tiefe, im ſtehenden Waſſer, einer Strecke, die mit dem übrigen Theile der Grube in keiner Verbindung ſtand	12°,2 C.
-	60	-	-	in einer Strecke, wo ſtarker Luftzug war, und viel Waſſer herabträufte	13°,7 —
-	80	-	-	im ſtehenden Waſſer, einer Strecke, die im vollen Betriebe ſtand und wo ſtarker Luftzug war	15° —
-	140	-	-	in einem Waſſerbehälter, nahe beim Schachte	17° —
-	230	-	-	in einer Strecke, in einem ſchwach vitrioliſchen Waſſer, das in groſſer Menge aus dem Felſen floſs	19°,7 —
-	—	-	-	in dem aus dieſem Waſſer gebildeten Bach, 60 Schritt weiter gegen den Schacht hin	19°,7 —
-	—	-	-	in der Luft daſelbſt	19°7 —
-	238	-	-	im Waſſer, das 16 Meter hoch, das Tiefſte der Grube ausfüllte	18°,8 —

Die Beobachtungen (von der 4ten an) im ſüdlichen Theile der Gruben haben, bemerkt Hr. D., offenbar durch den Zutritt der vitrioliſchen Waſſer einen ſtörenden Einfluſs erlitten und die ungewöhnliche Temperaturerhöhung ſey hier der Zerſetzung des Schwefelkieſes zuzuſchreiben, aber nur desjenigen, der kaum wahrnehmbar die ganze Maſſe der Steinkohlen durchzieht; der Schwefelkies in Maſſen bewirke keine Temperaturerhöhung, auch ſeyen es nicht die an Schwefelkies reichſten Steinkohlen, welche im Innern der Gruben, die, unter dem Namen feux griſous bekannten, ſchlagenden Wetter veranlaſſen.

VI. Hr. A. v. Humboldt theilt in den Annal. de Ch. et Ph. XIII. p. 207 nachſtehende, früher noch nicht bekannt gemachte, Beobachtungen mit.

1) Gruben in Neuſpanien (Mexico).

Guanaxuato, in 21° 0′ 15″ N. B. Höhe des Plateaus über dem Meere, 1100 Toiſen. Mittlere jährliche Temperatur der Luft wahrſcheinlich 16° C. In den tiefſten Theilen der Grube Valen-

Digitized by Google

ciana ſind die Arbeiter beſtändig einer Temperatur von 33° C. ausgeſetzt. In freier Luft fand Hr. v. H. das Thermometer im September auf 19°,3 C. Zwiſchen *Deſpacho del tiro nueva* und *Boveda de San Pablo*, zwiſchen 100 und 200 Varas ($2\frac{1}{2}$ Vara = 1 Toiſe) Tiefe, auf 23°,7 bis 27°,6 C.

In den *planes* (Strecken?) von San Bernardo, bei 600 Varas Tiefe 33°,8. Die Quelle, welche aus dem Gange ſelbſt hervorſprang, hatte 36°,8 Temperatur, ſie iſt 3° wärmer als die Luft der *planes*, worin die Bergleute arbeiten.

Die Grube von *Rayas*, nahe bei der von *Valenciana*, wird von den Bergleuten mit Unrecht für viel wärmer gehalten, als die *planes de San Bernardo*. Hr. v. H. fand das Thermometer in freier Luft nahe am Mundloche des Stollens (Boca de la mina) auf 20°,8 C. In den *planes* bei 230 Varas Tiefe auf 33°,7 C.

In den Gruben von *Villalpando*, 3 Lieues im Norden von Guanaxuato (auf einem Plateau von 1330 Toiſen), in freier Luft: 22°,4, in den *planes* bei 160 Varas Tiefe: 29°,4.

Es war in den Gruben von Guanaxuato, wo man 1784 ein unterirdiſches Getöſe hörte, das von keinem Stoſse begleitet wurde. Der am 14ten Sept. 1759 aus der Erde emporſteigende Vulcan Jorullo liegt 50 Lieues von Guanaxuato. Um Guanaxuato herum giebt es heiſse Quellen, welche aus einem baſaltiſchen Conglomerat hervorſpringen. Die von Comangillas haben, nach Hrn. v. H., eine Temperatur von 96°,2 C.

In den Gruben von *Cabrera*, nahe bei Moran (N. Br. 20° 10′ 14″; Höhe 1331 Toiſen; mittlere Temperatur wahrſcheinlich 15°,8 C.) hatte die äuſsere Luft 10° bis 11°,8 C. In der Galerie *del Conde de Regla*, bei 60 Varas Tiefe, 21°,2; das Waſſer in dieſer Tiefe: 17°,1.

In dem Dorfe *Tehuilotepec*, bei *Tasco* (Breite 18° 35′ 0″, Höhe 919 Toiſen, mittlere Temperatur wahrſcheinlich 20° C.) war die Temperatur der Luft aufserhalb der Grube am Tage 25° bis 26°, in der Nacht 16° bis 17°. In der Galerie von San Ignacio (wo es weder Bergleute noch Luftzug gab), bei 230 Varas ſenkrechter Tiefe: 24°,3, in dem Grubenwaſſer bei derſelben Tiefe:

Digitized by Google

20°. Bei *Moran* waren die Grubenwaſſer 4°, und bei *Tehuilotepec* 4°,3 kälter als die Luft in den Gruben. *)

2) Gruben in Peru.

Die einzigen Beobachtungen, die in groſser Tiefe, aber zugleich in einer um mehr als 1800 Toiſen über dem Meere liegenden Gegend, gemacht wurden, ſind die von Hualgayoc nahe bei Micuipampa auf dem Rücken der Andes von *Chota*; ſüdl. Breite: 6° 43′ 38″; Höhe des Plateaus 1816 Toiſen; mittlere jährliche Temperatur der Luft wahrſcheinlich 7°,8 C. Das Erz führende Gebirge von Hualgayoc, welches auf dem Plateau iſolirt ſteht, ſcheint mehr als 2100 Toiſen Höhe über dem Meere zu haben. In freier Luft fand Hr. v. H. das Thermometer auf 5° bis 6° C.

In der *Mina de Guadalupe*, die Luft in einer Galerie: 14°,3; das Waſſer daſelbſt: 11°,2. In der *Mina del Purgatorio*, welche äuſserſt trocken iſt: 19°,6.

Dieſe Temperatur von 19°,6 im Innern der Erde, faſt in der Höhe des Pics von Teneriffa, bemerkt Hr. v. H., iſt ohne Zweifel ſehr merkwürdig. Das Thermometer ſteht in dieſen Gegenden am Tage auf 5° bis 9°; in der Nacht auf 0°,4 bis + 2°. Der Ort, wo ich in der Grube Purgatorio die Temperatur gemeſſen habe, liegt nahe 30 Toiſen niedriger als der bei der Grube Guadalupe. Es iſt faſt unmöglich, die Tiefe in Bezug auf die Oberfläche des Bodens zu beſtimmen, weil das iſolirte Gebirge, in welchem die Gruben ausgehöhlt ſind, ſehr unregelmäſsige Abhänge beſitzt. Es iſt hinreichend, anzuführen, daſs die *planes* der beiden Gruben ein wenig oberhalb des Plateaus von Micuipampa, und 250 bis 300 Toiſen unterhalb des Gipfels des Gebirges von Hualgayoc liegen. Zwei Punkte im Innern des Gebirges, bei 1840 Toiſen abſoluter Höhe, haben folglich die Temperatur von 14°,3 und 19°,6 C., während die Luft umher

*) In den Gruben von Saint-Ana (Königreich Neu-Granada) fand Hr. v. H. die Luft überall auf 21°,4; die Luft daſelbſt im freien, am Tage auf 22°,5, in der Nacht auf 18°,7; die Grube hat aber kaum eine Tiefe von 35 Toiſen. Sie liegt in 5° 10′ nördlicher Breite, 500 Toiſen über dem Meere, in einer Region, wo die mittlere Temperatur der Luft wahrſcheinlich 21° oder 22° iſt.

Digitized by Google

eine mittlere Temperatur von 7°,8, und die Grubenwaſſer an denſelben Orten 11°,2 beſitzen.

Einige ältere namentlich in Gruben am Fichtelgebirge gemachte Beobachtungen des Hrn. v. Humboldt finden ſich in deſſen Werke: Ueber die unterirdiſchen Gasarten u. ſ. w. (Braunſchweig, 1799) im 3ten Capitel; auch hat Hr. v. H. in Verbindung mit Hrn. Freiesleben ſchon 1791 eine lange Reihe von Beobachtungen über die Temperatur der Gruben zu Freyberg angeſtellt. Er fand in den Gruben Kuhſchacht und Segen Gottes Herzog Auguſtus, bei 120 und 150 Meter Tiefe, die Luft von 13° bis 14° C., während die Temperatur der äuſsern Luft im Januar + 3° und + 4° war. Die mittlere Temperatur von Freyberg ſchätzt Hr. v. H. auf 7° oder 8°, da die von Berlin höchſtens 8°,5 C. beträgt.

VII. Minder entſcheidende Reſultate, haben die Beobachtungen des Bergmeiſters Claes Wallman in den Gruben von Fahlun (Kongl. Vetensk. Ac. Handl. ar 1821) geliefert. Er fand nämlich

in Tiefen von: $43\frac{1}{2}$; $65\frac{1}{4}$; 75; 100; 140; 171; 192 Lachter,

die Temp. folgweiſe: 11°; 14 ; 17; 20; 15; 14; 13° R.

Es ſcheinen hier mehrere Umſtände ſtörend eingewirkt zu haben, und deshalb übergehe ich ſie, zumal auch ſchon Hr. v. Berzelius im Jahresberichte für 1822 p. 149 ſich über dieſelben ausgeſprochen hat. Das intereſſanteſte Factum, was ſie enthalten, möchte vielleicht das ſeyn, daſs an einer Stelle, in 105 Faden Tiefe, ſich noch die Spuren eines daſelbſt vor 20 Jahren Statt gehabten Brandes nachweiſen lieſsen, indem hier die Temperatur, höher als an den übrigen Orten, + 30° (R.?) gefunden wurde. Es beweiſt dieſs, wie auch Hr. af Forſelles in einem Zuſatze zu Wallman's Beobachtungen bemerkt, wie langſam die Erkaltung des Geſteins vor ſich gehe, da wo ſie nicht durch Luftzug u. ſ. w. beſchleunigt wird.

VIII. Noch verdient hier die Bemerkung von Hrn. Arago eine Stelle, daſs die Beobachtungen in den Kellern der Pariſer Sternwarte, bei 28 Meter Tiefe, eine Temperatur anzugeben ſcheinen, die um 1° C. höher iſt, als die mittlere Temperatur der Luft in Paris. Doch enthält ſich derſelbe aller Folgerungen hieraus, da es ihm zweifelhaft ſcheint, ob die letztere hiezu durch das ge-

Digitized by Google

wöhnliche Verfahren hinreichend genau beſtimmt iſt (*Ann. d. Ch. et Ph.* XIII. 211).

IX. Im Juli 1824, theilte Hr. Arago der K. Akademie neue Beobachtungen über die Temperatur der Quellen zu *Artois* in Flandern mit, aus welchen hervorgeht, daſs die Quelle *Saint Venant*, die aus einer Tiefe von 100 Metern hervor kommt, beſtändig eine Temperatur von + 14° C. beſitzt, während die mittlere Temperatur jener Gegend höchſtens + 11° C. ſeyn kann. (Ann. d. Ch. et Ph. XXIX. 317.)

X. Auch muſs ich hier noch der vom Hrn. v. Buch gemachten intereſſanten Beobachtungen erwähnen, über die relativ hohe Temperatur des Bodens in Finnmarken, wo an einem Orte Gras unter dem Schnee fortwächſt; muſs aber darüber auf deſſen Werk (Reiſe durch Norwegen und Lappland. 2ter Theil p. 89.) ſelbſt verweiſen.

Endlich mögen auch die *heiſsen Quellen* hier wenigſtens genannt ſeyn, da ſie, worüber wohl Viele einig ſind, vielleicht daſſelbe im Groſsen beweiſen, was man im Kleinen aus den, zum Theil nicht einwurfsfreien, Grubenbeobachtungen geſchloſſen hat. Es ſey indeſs genug ihrer erwähnt zu haben, da ſie und alle mit dem Vulkanismus nachweisbar zuſammenhängenden Erſcheinungen nicht Gegenſtand dieſes Aufſatzes ſeyn ſollten.

Poggendorff.

Digitized by Google

IV.

Verſuch über Ludwig Wilhelm Gilbert's Leben und Wirken;

von

Dr. Ludwig Choulant,
Profeſſor an der chirurgiſch-mediciniſchen Academie zu Dresden.

Ludwig Wilhelm Gilbert,

Doctor der Philoſophie und Medicin, ordentlicher Profeſſor der Phyſik an der Univerſität zu Leipzig, Mitglied der Königl. Geſellſchaft der Wiſſenſchaften zu Haarlem und zu Kopenhagen, der Geſellſchaft naturforſchender Freunde in Berlin, der Bataviſchen Geſellſchaft der Naturkunde zu Rotterdam, der Jablonowsky'ſchen Geſellſchaft zu Leipzig, der ökonomiſchen Geſellſchaft zu Dresden und zu Potsdam, der mineralogiſchen Geſellſchaft zu Dresden und zu Jena, der phyſikaliſchen Geſellſchaften zu Frankfurt, Gröningen, Halle, Heidelberg, Leipzig, Marburg und Roſtock; ſo wie der Kaiſerl. Academie der Wiſſenſchaften zu Petersburg, der Königl. Academieen der Wiſſenſchaften zu Amſterdam, Berlin und zu München, und der Königl. Geſellſchaft der Wiſſenſchaften zu Göttingen correſpondirendes Mitglied,

wurde geboren zu Berlin am 12. Auguſt 1769 als älteſter Sohn des Advocaten und Hoffiscal am Kammergerichte, Ludwig Dietr. Gilbert aus Fehrbellin, deſſen Voreltern, bei Aufhebung des Edicts von Nantes, Metz verlaſſen und ſich nach Deutſchland gewendet hatten. Schon als ſechsjähriger Knabe (am 7. October 1775) verlor unſer Gilbert ſeinen Vater, der ihm bereits die Luſt zu geographiſchen Studien, die er ſelbſt ſehr liebte, ſo weit mitgetheilt hatte, daſs er auf der ihm vorgelegten Karte ſchon ziemlich bewandert war. Seine Mutter, eine höchſt verſtändige, trefflı-

Digitized by Google

che Frau, die ihn auch überlebte, übernahm nun ſeine alleinige Pflege und brachte ihn im Mai des Jahres 1776 auf das erſt zwei Jahre vorher geſtiftete Philanthropin zu Deſſau, wo er den Unterricht Campe's, Baſedow's, Wolke's und einiger jungen Schweizer genoſs. Unter dem Profeſſor Buſſe entwickelte ſich ſeine Liebe zur Mathematik ſehr bald und er machte darin bedeutende Fortſchritte; auch zeigte ſich dort ſchon der Grundcharacter ſeines ſpätern Lebens: Fleiſs und Ernſt in den Lehrſtunden, Frohſinn in der Erholungszeit. Mit dem Kupferſtecher Kolbe wohnte er dort auf einem Zimmer zuſammen, wodurch ſich wahrſcheinlich ſeine fortwährende Liebe zu den zeichnenden Künſten, namentlich zum Kupferſtich, entwickelte. Insbeſondere aber nahm der Profeſſor Neuendorf ſich ſeiner damals und auch ſpäterhin wahrhaft väterlich an. Im Frühling des Jahres 1786 bezog Gilbert, da ſeine Mutter ohne Vermögen mit ſeinen fünf Geſchwiſtern geblieben war und er ein damals ſchon fälliges Stipendium zu genieſsen hatte, die Univerſität Halle, holte hier durch Privatfleiſs nach, was ihm durch ſeinen zeitigen Abgang von der Schule noch mangelte, und benutzte in den Feierſtunden weniger die ihm eröffneten vortheilhaften Familienbekanntſchaften, als vielmehr den Umgang mit gebildeten Männern (namentlich Spatzier, Müller und Schwerin) beim Luſtwandeln im Freien. Auſser dieſen Männern rühmte er noch in ſpätern Jahren die Belehrung und Unterſtützung der Herren Eberhard, Bartels, Karſten, Richter, Madeweis, Voigtel, Reichardt, und der beiden Sprengel, von denen

Digitized by Google

namentlich der verſtorbene Sprengel ihn zu Correcturen brauchte und hervorzog. Seine Hauptſtudien blieben immer Geographie und Mathematik und ſchwer wollte er ſich zu einem Brodſtudium entſchlieſsen. Am 15. December 1794 promovirte er als Doctor der Philoſophie und fing im darauf folgenden Jahre an Vorleſungen über Mathematik, ſpäter auch über Phyſik zu halten, wurde Obſervator an der Sternwarte, noch in demſelben Jahre (1795) auſserordentlicher Profeſſor, und im Jahre 1798 auch Unterbibliothecar. Nachdem der verdiente Gren am 26. November 1798 geſtorben war, wurde Gilbert ſein Nachfolger in den Lehrvorträgen über Phyſik und Chemie, in der Redaction der Annalen der Phyſik und im Jahre 1801 auch in der ordentlichen Profeſſur der Phyſik und Chemie. Im Jahre 1808 erhielt er von der Univerſität Greifswalde das Diplom als Doctor medicinae und im Jahre 1811 den Ruf als ordentlicher Profeſſor der Phyſik an der Univerſität Leipzig, den er auch annahm. In dieſem Berufe, den er am 26. September 1811 öffentlich antrat, blieb er ununterbrochen und unermüdet thätig bis zu ſeinem leider zu früh erfolgten Tode, der am ſiebenten März 1824, Sonntags Abends zehn Uhr, erfolgte. Am Freitage Abend hatte er noch einer glänzenden Geſellſchaft beigewohnt, am Sonnabend Vormittags noch ſeine gewöhnlichen Vorträge gehalten und über nichts als eine geringe Unpäſslichkeit geklagt, die ſich aber bald als eine ſchnell tödtliche Darmentzündung auswies, der ſein ohnedies ſchwächlicher Körper ſchnell unterliegen muſste.

Wir haben gefliſſentlich dieſe äuſseren Verhältniſſe von Gilberts Leben in eine ſo kurze Ueberſicht zuſam-

Digitized by Google

mengefafst, um uns nun defto ungeftörter dem zuwenden zu können, was das ftille Leben eines Gelehrten erft erwähnungswerth macht, nämlich zu dem, was Gilbert in der gelehrten Welt zu leiften verfuchte, was er wirklich leiftete und wie er dahin kam, es zu leiften. Sind diefe Erörterungen überhaupt nothwendig bei jedem biographifchen Verfuche über einen Gelehrten, fo werden fie bei Gilbert, dem Vielverdienten und Vielverkannten, um fo unerläfslicher erfcheinen.

Das Verdienft, welches fich der vieljährige academifche Lehrer durch feine Vorträge erwirbt, und das in feinen Folgen als ein höchft wichtiges und wohlthätig in die fernften Zeiten hinübergreifendes erkannt werden mufs, wird feit dem allgemeinen Gebrauch der Preffe häufig fo verkannt, dafs man dem Gelehrten gewöhnlich nur das als eigenes Verdienft anrechnet, was er als Schriftfteller geleiftet hat, daher auch fo mancher derfelben den ftillen Beruf des Lehrers über dem glänzenden des Schriftftellers verfäumt. Gilbert erfüllte beides nach feinen beften Kräften, wir fprechen aber zuvörderft von feiner öffentlichern Wirkfamkeit als Schriftfteller, weil wir für diefe das Gefagte mit Zeugniffen belegen können, und uns fo für dasjenige Glauben zu verdienen hoffen, was wir von der ftillern Wirkfamkeit Gilberts als academifchen Lehrer fpäter zu berichten haben.

Es giebt aber einen doppelten Weg, fich durch fchriftftellerifche Thätigkeit Verdienfte um die Wiffenfchaft und einen Ehrennamen in der gelehrten Welt zu erwerben; nur hängt es meiftens nicht von dem Gelehrten felbft ab, den einen oder den andern

Digitized by Google

zu betreten. Manchen führt der inwohnende ſchöpferiſche Genius dahin, einzelne Zweige ſeiner Wiſſenſchaft mit Vorliebe zu erfaſſen, neue Anſichten ihnen abzugewinnen, ſie durch wichtige Entdeckungen zu bereichern, durch neue Aufſchlüſſe zu beleuchten, und ſo vielleicht eine Umgeſtaltung mit ihnen vorzunehmen, oder eine ſolche vorzubereiten, die für längere Zeit eine herrſchende bleibt und als weſentliche Verbeſſerung der Wiſſenſchaft zu betrachten iſt. Andre dagegen zieht es, ihrer geiſtigen Richtung gemäſs, mehr an, das Ganze der Wiſſenſchaft ins Auge zu faſſen, für die formelle Ausbildung derſelben zu ſorgen, das Vorhandene zu ſammeln und lichtvoll zu ordnen, Verbreitung des Neuen zu befördern, aber auch daſſelbe zu prüfen und zu ſichten, damit nur Geläutertes zum ſtattlichen Baue der Wiſſenſchaft verwandt werde. Daſs beide Wege ſich Verdienſt um die Wiſſenſchaft zu erwerben, nothwendig und gleich achtbar ſind, daſs Reformatoren ganzer Wiſſenſchaften auf beiden Wegen ſich finden können, iſt unläugbar und die Namen Newton und Baco von Verulam können allein ſchon das Geſagte erläutern. Vor allem kommt es aber darauf an, daſs der Gelehrte auf dem einen ſowohl, als auf dem andern Wege ſeinen Beruf wahrhaft erkenne, und das unabläſſig verfolge, wozu ihn die Natur beſtimmt hat. Der Mann, welcher als Ordner der Wiſſenſchaft ſich ein ſtilles, aber groſses Verdienſt um Geſtaltung, Ausbreitung und Förderung derſelben erworben haben würde, wenn er ſeinen Beruf als ſolcher wahrhaft erkannt hätte, wird Verwirrung und Irrthum in die Wiſſenſchaft bringen, wenn er, ſeiner Beſtimmung zuwider, als Erfinder und Re-

Digitized by Google

formator auftreten will, er verliert den Ueberblick des Ganzen, ohne dies durch überwiegende Förderung des Einzelnen zu ersetzen, und eben so wird auf der andern Seite der, welcher Erfinder im Einzelnen seyn konnte, sich um dies Verdienst bringen, wenn er, statt einem einzelnen Zweige sich mit Vorliebe hinzugeben, Sammler, Ordner und Sprecher für das Ganze seyn will. Beispiele zum Beleg des Gesagten werden jedem, dem die Geschichte der Wissenschaften nicht fremd ist, in Menge beifallen, und er wird uns daher die Anführung derselben, die unangenehm berühren könnte, gern erlassen.

Wir mussten uns aber über diese Verhältnisse etwas ausführlicher verbreiten, weil gerade die Verständigung darüber uns den Schlüssel zu einer wahrhaften Beurtheilung Gilberts in die Hand giebt. Es muss nämlich als ein besonderes Lob des Verewigten ausgesprochen werden, dass er in allen seinen wissenschaftlichen Bestrebungen seinen wahren Beruf nie verkannte, und dass er sich durch keine Lockungen verleiten liess, der einmal erkannten Bestimmung untreu zu werden, den vorgezeichneten Weg des Wirkens, so dornig und unfruchtbar er auch oft erscheinen musste, zu verlassen. Gilbert erkannte klar, was er wollte und konnte, und diese auf lichtvollem Selbstbewusstseyn gegründete feste Selbstständigkeit im wissenschaftlichen Wirken, hat ihn in seiner verhältnissmässig kurzen Lebenszeit zu einem Ziele geführt, das, so wenig es ihm auch selbst genügen mochte, doch auf eine dankbare Anerkennung von Seiten der überlebenden Zeitgenossen und der Späterkommenden Anspruch macht.

Digitized by Google

Ohne einen besondern Zweig der physikalischen und chemischen Wissenschaften mit Vorliebe zu bearbeiten, hatte er sich das Ganze derselben vollkommen angeeignet, und wenn dies früher vorzüglich als gewissenhafte Vorbereitung für das Lehrfach dieser Wissenschaft geschah, so wurde doch, als er im Jahr 1798 seine *Annalen der Physik* begann, in einem sehr frühen Lebensalter es ihm völlig klar, dass er seine wissenschaftliche Thätigkeit darein setzen müsse, ein Organ für die Gestaltung der Physik und Chemie zu seyn, und dass er diesem mühseligen Berufe alle anderweitige Lieblingsforschungen, alle Freiheit im literarischen Wirken, ja selbst die Freuden und Annehmlichkeiten des Lebens opfern müsse. Und dies hat er redlich bis an sein Ende gehalten. Nur der Sachkundige kann es beurtheilen, was es heissen wolle, in einer Zeitschrift die Riesenfortschritte der Physik und Chemie ausdauernd und auf eine solche Weise zu begleiten, wie es in den Gilbert'schen Annalen der Physik seit mehr als einem Vierteljahrhundert wirklich geschehen ist. Gilbert verschmähte es, seine Annalen zu einem dürftigen Notizenblatte für Neugierige und Vielwisser, oder zur parteiischen Stimme Einer Schule oder Einer Nation zu machen; er erhob es zu einem überall gültigen Sprecher über die gesammte Physik und Chemie, und diesen Werth derselben hat, mehr selbst als Deutschland, das Ausland fortdauernd anerkannt. Es werden die Annalen aber auch für den künftigen Forscher in diesen Fächern die schätzbarste Fundgrube bleiben, ein Denkmal deutschen Geistes und deutschen Fleisses. Und wahrlich, nicht leicht wurde dieser Kranz errungen, denn nicht leicht machte sich Gilbert selbst seine Aufgabe: er

Digitized by Google

wuſste, daſs der Menſch nach dem Beſten ſtreben müſſe, wenn er das Gute erreichen will. Kein ihm eingeſandter Aufſatz wurde, ohne von ihm durchſtudirt und verbeſſert worden zu ſeyn, aufgenommen, wenn es gleich nicht überall bemerkt iſt. Seine eigenen Arbeiten darin ſind die mühſeligſten und doch zugleich ſchön und klar geſchriebenen Abhandlungen über die neueſten, ſtreitigſten und wichtigſten Gegenſtände der Phyſik und Chemie, die er aus den wiſſenſchaftlichen Zeitſchriften, Sammlungen und Werken des Auslandes nicht überſetzte und übertrug, ſondern wahrhaft auf deutſchen Boden verpflanzte. Und dennoch gab er dieſe mühevollen Arbeiten, die er mit vollem Rechte ſein Eigenthum hätte nennen können, nie anders als unter der Verfaſſer Namen, mit dem beſcheidenen Zuſatze: „frei bearbeitet von G.“ Nichts Wichtiges und wahrhaft Wiſſenſchaftliches auf dem weiten Gebiete der Phyſik und Chemie entging ihm, weil er unabläſſig bemüht war, das ganze Gebiet dieſer Wiſſenſchaften in vollſtändigem Ueberblicke zu behalten; ein Beſtreben, wozu Arbeiten, Koſten und Aufopferungen gehörten, von denen die minder ſtrengen Notizenſammler und Journaliſten, die ſich ihm zur Seite ſtellen wollten, wohl kaum einen Begriff haben konnten. Er durfte mit vollem Rechte die geſammte Folge der unter ſeinem Namen erſchienenen Annalen als ſein rechtmäſsiges, wenn gleich nicht unbeſtrittenes Eigenthum betrachten, und mit Recht konnte er wohl am Schluſſe des fünf und zwanzigſten Jahrganges derſelben in rührenden, ewig denkwürdigen Worten klagen, wie dieſe Rieſenarbeit alle ſeine fernern Pläne verſchlungen habe! Und dennoch be-

Digitized by Google

gann er mit freudiger Zuverſicht einen neuen Zeitraum der ungeheuren Arbeit, nicht ahnend, wie bald er davon durch den Tod abgerufen werden würde. Aber die Arbeit ſelbſt war gethan und ein ruhmvolles Denkmal hat er dadurch ſich für immer geſetzt. Der Gang der chemiſchen und phyſikaliſchen Wiſſenſchaften iſt kräftig durch die Annalen gefördert, Liebe für ächte Wiſſenſchaftlichkeit in dieſen Zweigen iſt genährt, der oberflächlichen und anmaſsenden Afterphiloſophie in dieſen Fächern iſt ein tüchtiger Damm entgegengeſetzt worden und die Früchte wahrer und ſorgfältiger Forſchung finden ſich dort, wie in einem ſichern Archive, niedergelegt und für eine dankbarere Nachwelt aufbewahrt.

Daſs ein Mann, welcher ſeit mehrern Jahren in academiſchen Vorträgen die geſammte Phyſik und Chemie abhandelte, und deſſen Hauptbeſtreben es war, ſich in fortwährendem Ueberblicke dieſer Wiſſenſchaften zu erhalten, den Wunſch faſſen muſste, ein *Compendium* derſelben auszuarbeiten, war wohl ſehr natürlich. Und dennoch gelangte er nie dazu, dieſes Vorhaben auszuführen. Im Jahre 1804 gab er den Verlegern des Schrader'ſchen Grundriſſes der Experimental-Naturlehre (Hamburg 1797. 8.) in ſo weit nach, daſs er ſich entſchloſs auf ihr Verlangen, eine zweite verbeſſerte Auflage dieſes Buches zu beſorgen, die auch (Hamburg 1804. 8.) wirklich erſchien; allein ausdrücklich verwahrt er ſich in der Vorrede: „daſs hiebei auf keine Weiſe von einem eigenen Compendium der Phyſik die Rede ſey, auf das er ſich aus mehreren Gründen noch nicht einlaſſen möge.“ Es blieb daher im Allgemeinen die Einrichtung des Originals,

und Gilbert bezeichnete seine Zusätze und Verbesserungen dabei durch Klammern. Ganz dasselbe geschah, als im Jahre 1812 die dritte Auflage dieses Grundrisses von ihm (Leipzig, bei Cnobloch) begonnen, aber nur bis zum achtzehnten Bogen vollendet wurde. Er machte so grosse Forderungen an ein Compendium der Physik und konnte so wenig selbst sich in dieser Arbeit genügen, dass er, auch bei einem viel längern Leben, wohl nie daran gekommen wäre, ein eignes Compendium zu schreiben. Immer wollte er bald diese, bald jene Entdeckung, Ansicht und Theorie erst mehr aufs Reine gebracht sehen, ehe er an eine so umfassende Arbeit ginge, und allerdings vermochte er auch bei der grössten Sparsamkeit nicht so viel Zeit und Ruhe zu erübrigen, als dazu erforderlich gewesen seyn würde. Doch gab er selbst nie die Hoffnung dazu auf, wenn gleich seine nähern Freunde sie längst aufgegeben hatten.

Von Gilbert's anderweitiger literarischer Thätigkeit ist wenig zu sagen, eben weil die Redaction der Annalen und sein Lehramt seine ganze für Studien verwendbare Zeit in Anspruch nahm. Sein *Handbuch für Reisende durch Deutschland* (1791 — 1795) wurde von ihm geschrieben, um die Mittel zu seinen fernern Studien in Halle zu erwerben, da er hier, von allen Hülfsmitteln entblösst, auf sich allein gewiesen war. Er hatte diese Arbeit nur ungern übernommen, weil er glaubte, seinem bereits erlangten Rufe als Mathematiker durch ein rein geographisches Werk zu schaden, auch erwähnte er dieses Buches nie und schien keinen Werth darauf zu legen; indess bewährt sich auch hier sein Streben nach Genauigkeit und Voll-

Digitized by Google

ſtändigkeit wie ſein Sammlerfleiſs. Seine Inauguraldiſſertation (1794 und 1795) deren Hauptgrundſatz er aber ſpäterhin wieder zurücknahm, und ſeine *Darſtellung der Geometrie* (1798) beurkunden ſein früher nur auf reine Mathematik gerichtetes Streben, welches als ſichere Grundlage ihm zu ſeinen ſpätern genauen Arbeiten ſo heilſam war. Seine Antrittsſchriſt in Leipzig (1811) behandelt die wichtige Lehre von den conſtanten Verhältniſſen der chemiſchen Verbindungen und wurde ſpäter von ihm in deutſcher Sprache in den Annalen der Phyſik überarbeitet; merkwürdig ſind im lateiniſchen Originale die angehängten Streitſätze über verſchiedene phyſikaliſch-chemiſche Gegenſtände. Seine letzte ſelbſtſtändige Arbeit war die Anweiſung, bei bösartigen Fieberepidemien ſich gegen Anſteckung zu ſchützen (1813), ſie hat bei dem damals beſonders in Leipzig allgemeinen Drangſale der Kriegspeſt weſentlich genutzt und zur Verbreitug der ſo wohlthätigen Guyton-Morveauſchen Räucherungen, ſo wie zur Abſtellung des dabei möglichen Miſsbrauches das Ihrige beigetragen. So war denn die erſte und letzte von Gilbert's Arbeiten practiſcher Art; alle übrigen gehörten der reinen Wiſſenſchaft ſelbſt an.

Als academiſcher Lehrer befolgte Gilbert dieſelben Grundſätze, wie bei der Redaction der Annalen. Auch hier dieſelbe Sorgfalt, dieſelbe Umſicht, daſſelbe Beſtreben, die Wiſſenſchaft ganz zu geben und keinen einzelnen Zweig derſelben auf Koſten der übrigen vorzugsweiſe zu begünſtigen. Aus einer zahlloſen Menge von Excerpten ſuchte er in einer ſorgfältigen Vorbereitung auf jede Stunde ſeinen Schülern das Be-

Digitized by Google

währte und Wichtige zuſammenzuſtellen, und wuſste durch einen völlig freien und klaren Vortrag die todte Maſſe zu ordnen und zu beleben. In den dafür empfänglichen Lehren gab er die nöthigen einfachen mathematiſchen Formeln an und wuſste dieſe für die mathematiſch Unmündigen (leider immer die gröſsere Zahl!) allgemein verſtändlich zu entwickeln. Die nöthigen Experimente ſuchte er in den phyſikaliſchen ſowohl als in den chemiſchen Vorleſungen, unterſtützt durch den eignen und den reichen academiſchen Apparat zu Leipzig, vollſtändig zu geben; doch war die experimentelle Seite ſeiner Vorleſungen keineswegs die gelungnere; Mangel an mechaniſcher Fertigkeit, Furchtſamkeit bei explodirenden Verſuchen, Unterlaſſen der genauen Vorbereitung und der Vorverſuche, das Arbeiten mit neuen, oft ungeprüften Inſtrumenten, hatten ein öfteres Miſsglücken der Verſuche zur Folge, das ihm oft Tadel zuzog, beſonders bei der, allerdings zahlreichern, Klaſſe von academiſchen Zuhörern, welcher ein elektriſches Spielwerk mehr gilt, als die gelungenſte Demonſtration. Dafür aber entſchädigte ſein ſchöner, freier, immer feſt am Faden haltender, nie verlegener oder wiederholender Vortrag, der auch die ſchwierigſten Gegenſtände klar und allgemein verſtändlich zu entwickeln wuſste. Dabei las er pünktlich und unausgeſetzt und ſchickte jedem neuen Curſus eine geſchichtliche Einleitung voran. In Leipzig las er täglich Eine Stunde Phyſik und Eine Stunde Chemie in ganzjährigem Vortrage, oft auch noch Privatcollegia über Optik, Mechanik, chemiſche Combination u. dgl. So geſchah es, daſs Gilbert bei dem beſſern Theile ſeiner Zuhörer ſich hohe

Digitized by Google

Achtung und Liebe erwarb, weil das Streben, redlich durch seine Vorträge zu nützen, und die Sitte, sie als Hauptsache, nicht als lästige Dienstpflicht zu behandeln, jedem sichtbar einleuchtete. Dazu kam die Uneigennützigkeit, mit welcher er dem wirklich Bedürftigern gern das für so kostspielige und zeitraubende Vorlesungen billige Honorar erliefs.

So Vieles durch Wort und Schrift leistete Gilbert wirklich, wenn er gleich mehr zu leisten, den ernstlichen Willen hatte; wie es ihm möglich war, das Gethane wirklich zu vollbringen, wird uns deutlich, wenn wir ihm in sein Privatleben folgen und zuletzt seine wissenschaftliche Denkungsweise überhaupt zu zeigen versuchen.

Bei einem schwächlichen, im Wuchs verunstalteten Körperbau und einer früher von Nahrungssorgen getrübten Existenz, hatte Gilbert wenig Gelegenheit zu rauschenden Vergnügungen gehabt und sich mehr an Zurückgezogenheit und einsame Thätigkeit am Studirtische gewöhnt. Diese Lebensweise führte er auch in Leipzig fort, und hier waren vorzüglich die Professoren Krug, Keil, Gehler, Mollweide, Heinroth, Clodius, der Finanzrath Campe, Hofrath Rochlitz, Kammerrath Anger, der Buchhändler Barth, D. Hillig, der Kaufmann Reichenbach, der Baron v. Uckermann auf Wesenstein u. A. seine gewöhnlichen Gesellschafter. Gilbert war unverheirathet, aber gern in Gesellschaft gebildeter und geistreicher Frauen. In seinem Aeussern im hohen Grade reinlich, immer anständig und geschmackvoll gekleidet, und sehr geeignet, eine gebildete gemischte Gesellschaft fein zu unterhalten, war er

Digitized by Google

häufig in die beſſern Cirkel gezogen und galt für einen angenehmen, von aller Pedanterei entfernten Geſellſchafter, der oft durch geiſtreiche Durchführung paradoxer Meinung und durch Bildung einer Oppoſition gegen die Mehrzahl auch hier ſeine Ueberlegenheit geltend zu machen wuſste. Und ſo konnte auch Profeſſor G. Hermann in ſeiner Rede im academiſchen Cirkel von ihm ſagen: „Gutmüthig übrigens und hingebend, ohne Falſchheit und mit Niemand es böſe meinend, war er ein heiterer und fröhlicher Geſellſchafter, der ſo manchen freundſchaftlichen Kreis durch Scherz und Aufforderung zum Scherz erfreute. Aber dieſe Scherze ſind verſtummt, dieſe Fröhlichkeit iſt entflohen, dieſe Heiterkeit iſt verſchwunden, wie ein flüchtiger Sonnenblick durch den ſchnellen Zug der Wolken erliſcht, und unerwartet deckt unſern Freund das Grab.“ Als Unterhaltung zog ihn vor allem das Schachſpiel an, das er gut, wenn gleich nicht meiſterhaft ſpielte; nächſtdem muſikaliſche Unterhaltung und Schauſpiel. Auch die Erzeugniſſe der bildenden Kunſt hatten Reiz für ihn, wenn er gleich dieſe Kunſt ſelbſt eben ſo wenig auszuüben verſuchte, als die Tonkunſt. Aber er hatte nach und nach eine reiche aus mehr als 7000 Blättern beſtehende Sammlung von werthvollen Kupferſtichen, beſonders aus der neuern Periode von Edelink bis Garavaglia u. ſ. w. zuſammengebracht, der er manche im Stillen verbrachte genuſsvolle Stunde verdankte. Bei dem Ankaufe folgte er mehr dem eigenen Urtheile, als dem der Schule; er kaufte eigentlich, was ihm gefiel, ohne ſich gerade an ſtrenge Kritik zu binden, wenn nur der Gegenſtand, die Lieblichkeit der Formen und eine

Digitized by Google

der neuern Schule gewiſſermaſsen eigene glänzende Aufsenſeite ihn genugſam anſprach. Uebrigens war dieſe Liebhaberei an den Erzeugniſſen der Kupferſtecherkunſt wohl zunächſt durch das Zuſammenleben mit Kolbe auf dem Philanthropin zu Deſſau veranlaſst, und ſein dieſer biographiſchen Skizze beigegebenes Bruſtbild Gilberts, nach einer wohlgetroffenen Kreidezeichnung von Krüger in Berlin, verdanken wir dem wackern Profeſſor Bolt daſelbſt.

Gilberts Sammlung von Mineralien, die bald nach ſeinem Ableben aus den Händen ſeiner Erben in die ſeines Freundes des Finanzraths Campe überging, enthält ausgezeichnete, zum Theil einzige Stücken, doch kaufte Gilbert in den letztern Jahren zu wenig planmäſsig dafür an, und konnte auch zu wenig Zeit auf das Ordnen verwenden, als daſs ſie ein wirkliches Ganze ausmachen könnte. Seine Inſtrumentenſammlung iſt nicht ſehr bedeutend (nach dem gedruckten Katalog 357 Nummern), doch enthält ſie einzelne wichtige Stücke, namentlich im elektriſchen und pneumatiſchen Apparate. Das meiſte kaufte Gilbert im Auftrag der Univerſität Leipzig für den academiſchen Apparat. Die Bücherſammlung, reich an geographiſchen, mathematiſchen, phyſikaliſchen und chemiſchen Werken, enthält nach dem Auctionscatalog (Leipzig, 15. November 1824) 3056 Nummern, wozu aber noch eine ſehr reiche Sammlung von Landkarten, Plänen, Proſpecten und aſtronomiſchen Tafeln kommt, die in demſelben Katalog unter verhältniſsmäſsig wenig Nummern verzeichnet iſt.

Bedeutendere Reiſen hat Gilbert nur zwei unternommen, eine frühere mit dem damaligen Weſtphä-

lischen Bergdirector Heron de Villefosse, durch Westphalen an den Rhein, und eine spätere nach Paris und Lyon durch die Schweiz. Von dem auf diesen Reisen Erlernten und Erfahrnen findet sich Vieles in den Annalen der Physik. Aufserdem pflegte er jährlich einmal seine am 18. December 1824 in Potsdam ihm im Tode nachgefolgte ehrwürdige Mutter, an der er mit inniger Liebe hing, zu besuchen.

Nach allen diesen Angaben erscheint uns Gilbert's Leben als ein stilles, wenig bewegtes, reich an Thätigkeit und nicht ohne Genufs, denn er fand diesen in Arbeit und Geselligkeit. Bei einer einfachen, regelmäfsigen Lebensart, war er fast nie krank, und durch eine weise Zeiteintheilung machte er es möglich, geräuschlos viel zu thun. Nur die frühen Morgenstunden, oft auch die spätern Abendstunden waren für die Bearbeitung der Annalen vorzugsweise bestimmt, der Vormittag gehörte ganz dem Lehrfache, der Nachmittag den Studien, der Abend meistens der Geselligkeit. In der Unterhaltung über Gegenstände seines Faches war er beredt, eifrig, oft hartnäckig in Bestreitung entgegengesetzter Meinungen und schwer zu bekehren, nie aber bitter, schmähend oder hinterlistig, immer auch das fremde Verdienst hoch anerkennend, gerechter bisweilen gegen das Ausland, als gegen die deutschen Gelehrten, die freilich auch gegen ihn nicht gerade zum gerechtesten zu verfahren pflegten. Nichts erbitterte ihn mehr, als das ungründliche, oberflächliche Behandeln der Wissenschaften, das bodenlose Hypothesiren, die mystische Ansicht und die in die Wissenschaft übergetretene Poësie. So wenig er der letztern im Leben abhold war, so feindlich stellte er

Digitized by Google

ſich derſelben gegenüber, wenn ſie, ihr Gebiet überſchreitend, die Träume der Phantaſie in die Wiſſenſchaft übertragen wollte. Und wer konnte ihm dies verargen? welcher ächte Verehrer der vorzugsweiſe ſogenannten exacten Wiſſenſchaften muſs ihm hier nicht mit voller Seele beiſtimmen? Dieſes Vermengen von Dichtung und Wahrheit, von Poëſie und Wiſſenſchaft, dieſes Spielen mit gehaltloſen, halbwahren Analogien, dieſes Errathen und Andeuten ſtatt des Wiſſens und Erkennens, hat uns Deutſchen im Auslande den guten Namen verdorben, uns von der gründlichen Wiſſenſchaft abgeführt und uns dahin gebracht, daſs wir alles zu wiſſen glauben, während wir im wirklichen Wiſſen zurückgekommen ſind. Dieſem verderblichen Treiben in der deutſchen Wiſſenſchaftlichkeit ſtellte ſich Gilbert mit aller Ueberlegenheit entgegen, welche ihm ſeine gründliche mathematiſche Bildung, ſein umfaſſendes ernſtes Studium der Phyſik und Chemie, und die Gewandtheit ſeines Geiſtes darboten, und dies war es, was ihm die Herren von der poëtiſchen Schule nie vergeben konnten. Unfähig ihm mit gleichen Waffen zu begegnen, und zu bequem eine ähnliche Ueberlegenheit ſich zu eigen zu machen, griffen ſie zu Schmähungen und Perſönlichkeiten, auf welche aber Gilbert nie einging, ſondern in ſolchen Fällen, wo keine Ehre mehr zu holen war, ſie ruhig gewähren lieſs. Daſs bei allem dieſen ihn doch ſein Eifer für Gründlichkeit und für mathematiſche Bearbeitung der Phyſik und Chemie bisweilen zu weit führte, daſs er ſeine atomiſtiſche Anſicht von der Körperwelt bisweilen zu ſehr geltend machte, und daſs ſeine Begriffe von dem Leben der

organiſchen Körper zu wenig geläutert waren, um in dieſen, ihm übrigens fremden Forſchungen glücklich zu ſeyn, wird niemand läugnen; auch er theilte hier das allgemeine Loos der Sterblichen, zu irren. Eines Umſtandes dürfen wir hier zum Schluſſe dieſer biographiſchen Skizze zu erwähnen nicht vergeſſen, die Sorgfalt nämlich, die er auf einen reinen, ſchönen und angemeſſenen Ausdruck in der deutſchen Sprache verwandte, der daher auch allen ſeinen Schriften im hohen Grade eigen iſt, und ſehr zu ſeinem Vortheil unterſchied ſich Gilbert auch hier von ſeinen ſchmähſüchtigen Gegnern, die jede hingeworfene undeutſche Sudelei für druckenswerth hielten, ja es wohl für das Kennzeichen des groſsen Geiſtes ausgaben, die Mutterſprache zu vernachläſſigen. Während ſie ihn ſchonungslos der parteiiſchen Vorliebe für das Ausland bezüchtigten, beſchämte er ſie durch das ſorgfältigſte Bemühen für die Reinheit des deutſchen Ausdruckes in ſeinen ſämmtlichen Arbeiten. Uebrigens war er der franzöſiſchen, engliſchen, holländiſchen und italieniſchen Sprache wenigſtens ſo weit kundig, daſs ihm jedes in dieſen Sprachen geſchriebene Werk vollkommen verſtändlich war; für das Studium und die Uebung der alten Sprachen gab ihm ſein Wirkungskreis weniger Veranlaſſung.

Und ſo können wir dieſe ſchwache Schilderung eines ausgezeichneten, vielwirkenden und vielverkannten Mannes in vollem Rechte mit den Worten ſchlieſſen, die Herder (Ideen zur Philoſ. der Geſch. der Menſchh. IV. Th. 19. Buch, Cap. V.) von dem ebenfalls unermüdet thätigen und wenig belohnten Reiske

Digitized by Google

brauchte: „— ſanft ruhe ſeine Aſche! in langer Zeit aber kommt uns ſeine verſchmähete Gelehrſamkeit gewiſs nicht wieder!“ — Der Gedächtnifstafel an ſeinem Grabe aber gab ſein Freund Hermann die Inſchrift:

Naturae leges doctis ubicunque retectas
Cognosse impiger et tradere notitiae.

Digitized by Google

Vollſtändiges Schriftenverzeichniſs.

I. Eigene Arbeiten.

1) Ludwig Wilhelm Gilbert, Handbuch für Reiſende durch Deutſchland, enthaltend: 1) Regeln für Reiſende, 2) einen topographiſch-ſtatiſtiſchen Abriſs von Deutſchland, 3) eine ausführliche Darſtellung des deutſchen Münzweſens, 4) eine Darſtellung des deutſchen Poſtweſens, 5) vollſtändige tabellariſche Poſt- und Reiſerouten von jeder gröſsern Stadt Deutſchlands zu allen übrigen. Erſter Theil, welcher das erſte Kapitel und als Anfang des zweiten die Oeſterreichiſchen und Preuſſiſchen Beſitzungen in Deutſchland enthält; nebſt einer Poſtkarte von Deutſchland. Leipzig, bei Schwickert, 1791. gr. 8. — Zweiter Theil, welcher als Fortſetzung des zweiten Kapitels die Pfalzbairiſchen und Kurſächſiſchen Staaten enthält. Leipzig, 1792. 8. — Dritter Theil, welcher als Fortſetzung des zweiten Kapitels die Lauſitz, die Kurhannöverſchen Staaten und eine umſtändliche Topographie des ganzen Harzes enthält. Leipzig, 1795. 8.

(Dieſes Werk ſollte mit dem fünften Bande geſchloſſen werden, es ſind aber nur die erwähnten drei Bände erſchienen, welche 6 Rthlr. 16 gr. koſten. Der erſte Band hat XVI und 660, der zweite 910, der dritte 856 Seiten.)

2) — — de natura, conſtitutione et hiſtoria matheſeos primae vel univerſalis ſeu metaphyſices mathematicae commentatio I et II. Halae, 1795. 8.

(Dieſe Schrift war Gilbert's Inauguraldiſſertation und erſchien als ſolche ſchon 1794. Preis 8 gr.)

3) — — die Geometrie nach Legendre, Simpſon, van Swinden, Gregor a St. Vincentio und den Alten dargeſtellt. Erſter Theil. Halle, bei Renger, 1798. gr. 8. Mit Kupf.

(Auſser dieſem erſten Theile iſt nichts weiter erſchienen. Preis 1 Rthlr. 12 gr.)

Digitized by Google

4) Ludwig Wilhelm Gilbert, kritiſche Aufſätze über die in München wieder erneuerten Verſuche mit Schwefelkiespendeln und Wünſchelruthen. Halle, 1808. 8. Mit 1 Kupf.

(Bekanntlich gehörte Gilbert zu den Gegnern des Glaubens an Rhabdomantie und ähnlichen, bis jetzt noch ganz unerwieſenen Tand.)

5) — — Diſſertatio hiſtorico-critica de miſtionum chemicarum ſimplicibus et perpetuis rationibus earumque legibus nuper detectis, Sectio I. et II. Lipsiae, in bibliopolio Schwickertiano, 1811. 4.

(Beide Schriften, zuſammen 40 Seiten in 4., erſchienen am 24. und 25. September bei dem Antritte ſeines dortigen Lehramtes; es werden darin zuvörderſt die Verdienſte Bergmann's, Lavoiſier's, Berthollet's, Proufſt's und Richter's um die ſtöchiometriſche Chemie gewürdigt, endlich die von Berzelius hierüber gelieferten Arbeiten erläutert und geprüft; das Ganze erſchien umgearbeitet und in deutſcher Sprache in den Annalen der Phyſik, Bd. 39. Stück 4.)

6) — — für jeden verſtändliche Anweiſung, wie man es anzufangen habe, um bei bösartigen Fieber-Epidemieen aller Art ſich gegen Anſteckung zu ſchützen, und der Verbreitung derſelben durch mineralſaure Räucherungen Einhalt zu thun; belegt durch eine Sammlung von Erfahrungen im Groſsen. Leipzig, bei Baumgärtner (1813). gr. 8.

(Populäre Zuſammenſtellung der beſten Erfahrungen über die Wirkſamkeit der mineralſauren Dämpfe oder der Guyton-Morveauſchen Räucherungen. VIII und 112 Seiten, Preis 12 gr.)

II. Fremde von Gilbert herausgegebene Arbeiten.

) Johann Gottlieb Friedrich Schrader's, Grundriſs der Experimentalnaturlehre nach den neueſten Entdeckungen, zum Leitfaden akademiſcher Vorleſungen und zum Gebrauch für Schulen. Zweite Auflage, verbeſſert, ergänzt und groſsen Theils umgearbeitet von L. W. Gilbert. Mit eingedruckten Holzſchnitten. Hamburg, b. Bachmann und Gundermann, 1804.

Digitized by Google

— dritte Auflage. Leipzig, b. Cnobloch, 1812.

[illegible] besorgte Gilbert, an dem Verfassen eines [illegible] das er erst später [illegible] ist von sei- [illegible] Vill und 308 Seiten. [illegible]

[illegible] des Harz- [illegible] Papieren [illegible] (L. W.) [illegible] Halle, bei [illegible]

[illegible] 1798. [illegible] Physik [illegible] Chemie [illegible]

[illegible]

[illegible] mathe- [illegible] Halle, [illegible] 1800. 8.), [illegible] Halischen [illegible] Wissenschaften, in [illegible] Kenntnisse in [illegible] Kunstbeiträge [illegible] Hof- [illegible] die bei [illegible] Lehrstunde [illegible]

Vollst

1) Ludwig
sende
für Reise
von Deu
deutschen
Postwesen
routen v
übrigen.
als Anfan
schen Bes
karte vo
gr. 8. —
zweiten
Staaten
welcher
die Kurh
graphie
(Dies

2) — —
mathe
physic
Halae,
(Die

3) —
son, v
den A
Renger
(An

Digitized by Google

E ZU HALLE,

TOR DR. WINCKLER.

	°R.	WINDE		WITTERUNG		UEBERSICHT.
S M HR p.		TAGS	NACHTS	TAGS	NACHTS	Zahl der Tage.
337	°, 0	NO. O 2	oso 1	vr. Mgrth	tr. Rg.	heiter –
33	0	S. SW 1	ono 2	vr.	trGw. in SW Rg	schön 3
3	4	SW wnw 4.3	nnw 4	vr. strmsch Abrth	tr. strm.	verm. 13
3	9	SO. ssw 3.4	wsw 2	vr. et. Rg. strm. Abr.	ht.	trüb 14
3	8	S. SO 2.3	nnw 3	tr. Rg. wdg	tr. Rg wdg	Regen 14
3	7	wnw. N 1.3	nnw 2	tr. wdg Abrth		Gewittr 2
3	9	NW 2.1	nnw 1	vr. Abrth	heiter	windig 5
3	5	nnw. SO 2.1	oso 1	sch. Mgr. Abrth		stürm. 2
3	5	oso. ono 2.1	ono 1	vr. Abrth		
3	3	S. ssw 2	nnw 4	vr. Gew. in SW Rg	tr. Sprhrg. strm	Nächte
3	9	nno. N 1.3	N 4	tr	tr. strm. Rg.	heiter 11
3	0	nno 2.3	NW 4	vr Gew. in NO, Rg	ht. Abrth strm	schön 2
3	2	NO 2	NO 2	sch Mrg. Abrth	ht.	verm. –
3	0	NW. O 1.3	W 3	vr. Mgrth wdg	tr. wdg	trüb 17
3	8	NW 1.2	NW 1		tr.	Regen 9
3	0	NW. SW 1.3	SW 3			Gewittr 1
3	1	NW. N 1.3	ssw 3			windig 9
3	3	N. NW 2.1	N 3	trüb, Regen	tr. Rg. wdg	stürm. 5
3	4	N. nno 2.3	nno 4			Mgrth 5
3	1	N. nno 2	nno 2			Abrth 9
3	1	NW. wnw 1	wnw 2		tr.	
3	6	NW 2.1	N 3	tr.	tr. wdg	
3	0	W. SW 2.3	wsw 3	vr. wdg	ht. wdg	
3	1	wsw. nnw 1.2	wsw 2	tr. Rg.	ht.	
3	3	wsw. W 1.2	wsw 1	vr.	sch.	
3	9	wsw W 1.2	3	vr. Abrth	ht. wdg	
3	5	SW. wsw 2.1	NW 3	tr. Rg.	tr. wdg	
2	0	wnw SW 2.3	W 4	tr Rg. wdg	tr. strm.	
3	6	W. ssw 3.4	wsw 2	vr. Mgrth	ht.	
3	7	NW nnw 2.3	nnw 2	sch. Abrth	sch.	
33	33	nördl. u.	westliche	Anzahl der Beobb. an jedem Instrum. 150		

gromet.
77°,16
+ 3, 98
– 6, 21
– 2, 98
– 0, 03
+ 22, 84
– 33, 38
56, 22
= 19,00°

Berechnung der absoluten Höhe von Halle über dem Meere, aus den Mittags-Beobachtungen des Monats Juni:

30 Beobb. im ganzen Mon.	Barometer	Thermomet.	Höhe
geb. d. Mittel = m =	333''',390	+ 14°,60	378 Fss. 103
dav. sind 10 bei nördl. Wd	m + 0, 597	m – 0, 64	m – 40,556
3 bei östlich. –	m + 0, 879	m + 1, 03	m – 68 101
7 bei südl. –	m – 1, 897	m + 2, 57	m + 157,417
10 bei westl. –	m + 0, 468	m – 1, 46	m – 39,399

r, Dt. Duft, Rg. Regen, Gw. Gewitter, Bl. Blitze, wnd. oder Wd. win-
di Mg. Morgenroth, Ab. Abendroth.

Digitized by Google

gr. 8. — Dritte Auflage. Leipzig, b. Cnobloch, 1812. gr. 8. unvollendet.

(Dieſe Compendien beſorgte Gilbert, um dem Verfaſſen eines eigenen Compendiums auszuweichen, das er erſt ſpäter herausgeben wollte; das Meiſte in denſelben iſt von ſeiner Hand gearbeitet. Zweite Aufl. VIII und 308 Seiten. 1 Rthlr. Dritte Aufl. S. 1—288.)

2) Heron de Villefoſſe, Nivellement des Harzgebirges mit dem Barometer. Aus den Papieren des Verfaſſers gezogen und herausgegeben von (L. W.) Gilbert. Mit einem Profil des Harzes. Halle, bei Renger, 1808. 8.

(Preis 10 gr.)

3) Annalen der Phyſik. 1. Band. Halle, b. Renger, 1798. gr. 8. Vom eilften Jahrgange (1809) an bei Joh. Ambr. Barth in Leipzig, unter dem Titel: Annalen der Phyſik. Neue Folge; ſeit 1819 in demſelben Verlage: Annalen der Phyſik und der phyſikaliſchen Chemie.

(Erſchien als Fortſetzung von F. A. C. Gren's Annalen der Phyſik, ſeit 1798 ununterbrochen. Monatlich ein Stück, jährlich drei Bände. Sehr viele der wichtigern Aufſätze daraus ſind auch beſonders abgedruckt.)

Auſserdem beſorgte noch Gilbert die Vorrede zur eilften Ausgabe von Wolf's Anfangsgründen der mathematiſchen Wiſſenſchaften (Halle, b. Renger 1800. 8.), ferner mehrere Aufſätze in (Rüdiger's) Halliſchem Wochenblatte für Neu- und Wiſsbegierige, in K. Sprengel's Gartenzeitung, und Recenſionen in mehreren kritiſchen Blättern. Auch wird er als Mitarbeiter am Converſationslexicon genannt. (Zu den früheſten Arbeiten des Verewigten gehört auch noch ein Aufſatz vom Jahre 1794, im Bergmänniſchen Journal von Köhler und Hoffmann. Th. I. p. 237, welcher eine Berichtigung über die bei einem Göpel vorkommenden Rechnungen zum Gegenſtande hat. *P.*)

Digitized by Google

Tag	Barometer 27 Z. +	R.	WINDE TAGS	WINDE NACHTS	WITTERUNG TAGS	WITTERUNG NACHTS	UEBERSICHT. Zahl der Tage.
1	337°, 0		NO. 0 2	oso 1	vr. Mgrth	tr. Rg.	heiter –
2	33 0		S. SW 1	ono 2	vr.	trGw.inSWRg	schön 3
3	34 4		SWwnw 4.3	nnw 4	vr. strmsch Abrth	tr. strm.	verm. 13
4	34 9		SO. ssw 3.4	wsw 2	vr.et.Rg.strm.Abr.	ht.	trüb 14
5	34 8		S. SO 2.3	nnw 3	tr. Rg. w'g	tr. Rg wdg	Regen 14
6	34 7		wnw. N 1.3	nnw 2	tr. wdg Abrth		Gewittr 2
7	34 9		NW 2.1	nnw 1	vr. Abrth	heiter	windig 5
8	34 5		nnw. SO 2.1	oso 1	sch. Mgr. Abrth		stürm. 2
9	34 5		oso. ono 2.1	ono 1	vr. Abrth		
10	34 3		S. ssw 2	nnw 4	vr. Gew. in SW Rg	tr.Sprhrg.strm	Nachte
11	34 9		nno. N 1.3	N 4	tr	tr. strm. Rg.	heiter 11
12	34 0		nno 2.3	NW 4	vr Gew. in NO, Rg	ht. Abrth strm	schön 9
13	34 2		NO 2	NO 2	sch Mrg. Abrth	ht.	verm. –
14	34 0		NW. O 1.3	W 3	vr. Mgrth wdg	tr. wdg	trüb 17
15	33 8		NW 1.2	NW 1		tr.	Regen 9
16	34 0		NW. SW 1.3	SW 3			Gewittr 1
17	34 1		NW. N 1.3	ssw 3			windig 9
18	34 3		N. NW 2.1	N 3	trüb, Regen	tr. Rg. wdg	stürm. 5
19	34 4		N. nno 2.3	nno 4			
20	34 1		N. nno 2	nno 2			Mgrth 5
21	34 1		NW. wnw 1	wnw 2		tr.	Abrth 9
22	34 6		NW 2 1	N 3	tr.	tr. wdg	
23	34 0		W. SW 2.3	wsw 3	vr. wdg	ht. wdg	
24	34 1		wsw. nnw 1.2	wsw 2	tr. Rg.	ht.	
25	34 3		wsw. W 1.2	wsw 1	vr.	sch.	
26	34 9		wsw W 1.2	3	vr. Abrth	ht. wdg	
27	34 5		SW. wsw 2.1	NW 3	tr. Rg.	tr. wdg	
28	34 0		wnw SW 2.3	W 4	tr Rg. wdg	tr. strm.	
29	34 6		W. ssw 3.4	wsw 2	vr. Mgrth	ht.	
30	34 7		NWnnw 2.3	nnw 2	sch. Abrth	sch.	
Med	333 33		nordl. u.	westliche	Anzahl der Beobb. an jedem Instrum. 150		

grometer.

77°. 16
+ 3. 98
– 6. 37
– 2. 98
– 0. 02

Zeit
8 m+
12 m
2 m–
6 m–
10 m–

+ 22. 84
– 33. 38
56. 22
= 19,00°

Berechnung der absoluten Höhe von Halle über dem Meere, aus den Mittags-Beobachtungen des Monats Juni:

30 Beobb. im ganzen Mon.

	Barometer	Thermometer	Höhe
geb. d. Mittel = m =	333'''. 390	+ 19, 60	378 Fls. 103
dav. sind 10 bei nördl. Wd	m + 0, 597	m – 0, 64	m – 40, 556
3 bei östlich. –	m + 0, 829	m + 1, 03	m – 68 101
2 bei südl. –	m – 1, 897	m + 2, 67	m + 157, 017
10 bei westl. –	m + 0, 468	m – 1, 46	m – 39 399

Erklär[ung]: Dt. Duft, Rg. Regen, Gw. Gewitter, Bl. Blitze, wnd. oder Wd. windig, Mg. Morgenroth, Ab. Abendroth.

Digitized by Google

cke. Um 4 U. 16′ heute Abd, zeigt ſich der Mond im erſten

m 16 bis 22. herrſcht gleiche Decke, die nur letztern Tags
n wenig bricht. Am 16. Abds ein Regſch. und von der Nch
22. Nchmittgs faſt ununterbrochen, mehr und minder ſcharf,
8 U. 3′ Morg. tritt die Sonne in den Krebs und es hat ſomit
enwende Statt. Am 23. wolk. Bed. iſt Mittgs oben etws ge-
theilt ſie ſich in Cirr. Str. und verläſst von SO aus den Him-
Heute, 0 U. 56′ nach Mittg, hat der Vollmond Statt, auch
ſond in ſeiner Erdferne.
1 24. bis Spt-Abds bed., Abds ſtehet im W Nimb. und drüber
ſt iſt der Horiz. frei und oben gleichf. bed.; Spt-Abds heiter.
hmittgs 2 und Abds 7, Regſch. Am 25. früh gleiche Decke,
Cirr. Str., unten Cum., Nchmittgs kl. Cirr. Str., überall auf
l. Cum. und Spt-Abds heitr, nur der W u. NW Horiz. hoch
g. wolk. Bed., Tags oben Cirr. Str., unten Cum., von Abds
der Horiz. hat einen Damm. Am 27. gleiche Decke iſt Abds
n einige offne Stellen, gegen 12 bis 3 Reg. Am 28. bis Spt-
.e, Nchmittgs ſtehen auf dieſer Cum.; Abds iſt nur noch W
heiter. Um 12 u. 5 bis 6 Reg. Am 29. Cirr. Str., die früh
nt auf heit. Grde ſtehen, bilden Mittags gleiche Decke, und
chmittags nur ſelten; Abds ziehen über gleiche Decke Cirr.
es heiter und nur noch in N ein Damm. Am 30. früh und
r. Str. auf heit. Grde, Tags ſchöne Cum. überall und Abds,
r, Str. am Horiz., heiter.

Monats: veränderlich, meiſt unfreundlich, heitere, oft kalte
1 mit oft ſehr warmen, im Ganzen trüben, Tagen. Oft Re-
4 Tage und Nächte hintereinander; weſtliche und nördliche
nächtlich oft heftig.

Digitized by Google

TAG	UHR	° R.	WINDE TAGS	WINDE NACHTS	WITTERUNG TAGS	WITTERUNG NACHTS	UEBERSICHT. Zahl der Tage.
1		0,6	nno.NW 2.3	N 4	tr. Rg. wdg	tr. Rg. strm.	heiter 5
2		0	wnw 3. 2	NW 3	ht. Mrg. Abr. wdg	ht wdg	schön 6
3		7	NO 2. 3	NO 3	vr. desgl.	tr. wdg	verm. 9
4		2	N, nno 3. 4	NO 2	vr. stürm.	ht.	trüb 13
5		7	NW. wsw 3	wsw 3	tr. wdg	tr. wdg	Regen 11
6		0	W. SW 3. 4	S 3	tr. strm. Rg.	desgl.	Gewittr 2
7		5	wnw 2. 3	SW 3	tr. wdg Sprhrg.	vr. wdg	windig 10
8		9	W, nnw 2 3	NW 3	sch. wdg	ht. wdg	stürm. 10
9		6	wsw. W 3. 4	NW 3	vr. Mgr. strm.	tr. wdg	
10		4	W. wnw 4. 3	SW 3	tr. strm. Abrth	ht. wdg	Nächte
11		6	wsw 2	wsw 2	ht. Mrg. Abrth	ht.	heiter 14
12		7	wsw. wnw 3	wnw 2	sch. strm. Abrth	ht.	schön 1
13		6	wsw 2, 3	sso 3	ht.	ht. wdg	verm. 3
14		9	SO. wnw 2. 4	wsw 3	vr Mgr Gw Rg strm	ht. wdg	trüb 13
15		7	N. nno 3	ssw 3	tr. wdg Abrth	ht wdg	Regen 2
16		7	ssw. wsw 3. 2	W 2	tr. strk Rg wdg Abr	tr.	Gewittr – windig 3 stürm. 21
17		9	nnw 3	nnw 3	tr Rg. Abrth wdg	vr. wdg	
18		3	W NW 4. 3	NW 3	tr. Rg. strm.	tr wdg	
19		5	wsw. W 3	wsw 3	desgl. wdg	tr. wdg	Mgrth 9 Abrth 13
20		0	W wsw 3. 2	W 3	desgl.	vr. wdg	
21		9	sso 3. 4	S 2	sch. strm Mgr. Abr	ht.	unsichtb. Sonnenfi Mond- finstern. 1
22		0	S. wsw 3. 4	wnw 3	vr. strm GwRgMgr	tr. Rg. wdg	
23		6	wsw. W 3	ssw 3	tr. wdg	tr. wdg	
24		6	W. wsw 4	wsw 4	vr. strm.	tr. strm.	
25		0	wsw 3	wnw 3	vr. wdg	tr. wdg	
26		5	nno. ssw 1. 2	ssw 3	tr. Rg. Abrth	sch. wdg	
27		8	SW. W 2	wsw 2	sch. Mrg. Abrth	ht.	
28		8	wsw. W 2	wsw 2	sch. Abrth	ht.	
29		8	SW. ssw 2	O 3	sch.	ht. wdg	
30		6	S SO 2	O 3	vr. Mgrth	ht. wdg	
31		2	NW. wsw 3	W 4	vr. Abrth	tr. strm.	
Sum.		13	nördl. u.	westliche	Anzahl der Beobb. an jedem Instrum. 155		

	Hygromet.
	77°,72
it	— 1, 27
	— 5, 06
8	+ 1, 70
2	+ 0, 47
2	
6	+ 22, 28
0	— 31, 75
	54, 03
t. =	17,900

Berechnung der absoluten Höhe von Halle über dem Meere, aus den Mittags-Beobachtungen des Monats Juli:

31 Beobb. im ganzen Mon.	Barometer	Thermomet.	Höhe
geb. d. Mittel = m =	333‴,703	+ 15°,64	355 Fs, 012
dav. sind 8 bei nördl. Wd	m + 0, 231	m — 3, 25	m — 35,982
2 bei östlich. –	m — 0, 489	m + 5, 26	m + 48,912
4 bei südl. –	m + 0, 293	m + 1, 24	m — 31,396
17 bei westl. –	m — 0, 195	m + 0, 62	m + 16,588

kau, Dt. Duft, Rg. Regen, Gw. Gewitter, Bl. Blitze, wnd. oder Wd. win- Mg. Morgenroth, Ab. Abendroth.

Digitized by Google

20. Vormittgs gelinde Schauer, Nchmittgs Sprühreg. Am
gering bel., oben einige kl. Cirr. Str.; die übrige Tageszeit
ute der Mond in seiner Erdferne. Am 22. Morg. einige
W, sonst heiter; Mittgs ziehen oben Cirr. Str., streifig
ten rings viel kl. Cum.; nach Mittg bildet sich in SW u.
tig Reg. und in NW einz. Donnerschläge, ¾ nach 2 läßt
das Gew. zieht übers Zenith nach SO; gleiche Decke dann
23. gleiche Decke wird bisweil. wolkig, und ist Abds oben
r Vollmond, der 4 U. 19′ Morg. eintrat, hatte eine, hier
, Mond-Finsterniss.
24. Cirr. Str. vermindern sich Vormittgs und sind nach
gesunken; Nchmittgs erscheinen in W u. SW grosse Cum.,
Massen zu und Spät-Abds herrscht gleiche Decke. Am 25.
s oben frei; Spt-Abds überall verbreitet, Cirr. Str. Schleier.
n wolk. Decke modif. sich Nchmittgs, nach einem scharfen
rr. Str., die Abds oben heiter lassen. Am 27. früh bed. Cirr.
ngs Cum. dazu, Nchmittgs letztere hoch und auf sehr heit.
gesond. Cirr. Str. in Gruppen; Spt-Abds heiter. Am 28.
r. Str. Gruppen, sonst heiter; Mttgs NW düster bed., unten
Cirr. Str. auf heit. Grunde, Abds rings Cum., oben und
iter. Am 29. nur Mittgs einzelne kl. Cirr. Str. oben, sonst,
des Tages, heiter. Am 30. Vormittgs oben auf heiterm
aria forma unten dünn bed., Mittgs gleiche dünne Decke,
ter; Spät-Abds heiter. Um 11 U. 42′ Abds das letzte

t. bel., oben auf heit. Grunde sehr zerstreut kl. Cirr. Str.;
grosen Massen geworden, oft und in O stehen Cum.; von
iche, in W Gew.format. ähnliche, Decke.

---

onats: im Ganzen nass und oft rauh; ungeachtet heftiger
arometer, weil diese fast nur in Süd und West wechselten,
erung, ungewöhnlich für die Jahreszeit dagegen, das Ther-

TE ZU HALLE,

VATOR DR. WINCKLER.

10° R. UHR	WINDE TAGS	WINDE NACHTS	WITTERUNG TAGS	WITTERUNG NACHTS	UEBERSICHT. Zahl der Tage.
7 °, 2	nnw 3	NW 2	vr. Rgtrpf. wdg	tr.	heiter 2
9 0	NW.wsw 2	wsw 3	tr. Mrg. Abr. wdg	sch. wdg	schön 10
9 0	wsw.W 1.3	ssw 2	vr. Sprhrg. wdg	ht.	verm. 15
7 4	ssw.wsw 3.4	NW 1	sch. Mg. Abrth strm	vr.	trüb 6
2 6	ssw.W 2.1	NW 2	vr.	tr. Blitze	Nebel 1
0 9	SW.W 2	nnw 3	vr. Abrth	tr. wdg	Regen 8
0 9	W.nnw 3	wnw 3	vr. wdg	ht. wdg	Hohreh 2
7 2	S.SO 1.2	nnw 2	vr. Rg.	tr. Rg.	windig 9
5 1	wsw.W 3	NW 3	sch. Abrth wdg	ht. wdg	stürm. 4
9 1	wsw SW 3 4	ssw 3	tr. Rg. Abrth strm.	vr. wdg	Nachte
0 0	S.SW 3	wsw 3	tr. Rg. Nbl wdg	tr. wdg etw. Rg	heiter 11
9 0	SW.W 1	W 1	tr. Abrth	sch.	schön 5
9 8	W SO 1	SO 1	sch. Hoherch	ht.	verm. 6
4 9	W.SW 2.3	SW 3	vr. Mgrth wdg	tr. wdg	trüb 11
2 4	wsw.W 3.4	W 2	vr. Mgr. Abrth strm	ht. wdg	Regen 5
5 8	ssw, wsw 2.3	SW 3	sch. Mgrth	tr. wdg	Blitze 2
3 7	W.SW 2.3	SW 3	sch. Mrg. Abrth wdg	tr. wdg	Gewittr 2
1 0	SW. ssw 1	wsw 1	vr.	ht.	windig 14
0 5	sso. ssw 2	sso 1	sch. Höhrch Abrth	ht.	stürm. —
0 0	S. sso 2.3	nnw 2	sch. Mgrth Rg wdg	vr. Gew. u. Rg.	
5 3	NW. ssw 2	nnw 3	tr.	tr. wdg	Mgrth 11
0 7	wnw. wsw 2	ssw 2	sch. Mrg. Abrth	ht.	Abrth 15
7 7	S. ssw 2	SW 2	tr Rg.	tr.	
0 4	SW. wsw 1	SW 1	vr.	sch.	
9 4	sso. SO 1	sso 2	ht. Mrg. Abrth	ht.	
5 5	S. oso 1	SO 2	ht. desgl.	ht.	
9 0	N, nnw 1.2	nnw 2	sch. Mgrth	vr. Blitze	
9 4	nnw. nno 2	nno 3	vr. Abrth	vr. wdg	
7 7	O. ono 1	oso 3	sch.	tr. wdg	
0 3	S.wnw 2.1	wnw 1	vr. Abrth	vr Gew	
4 8	SW.NW 3 4	NW 3	vr. f Rg. Abr. strm.	ht. wdg	
Mc 8, 24	west-	liche	Anzahl der Beobb. an jedem Instrum. 155		

Hygromet.	Berechnung der absoluten Höhe von Halle über dem Meere, aus den Mittags-Beobachtungen des Monats August:			
78°,17				
Zeit	31 Beobb. im ganzen Mon.	Barometer	Thermomet.	Höhe
m + 6, 61				
m + 0, 53				
8	geb. d. Mittel = m =	333‴,703	+ 15°,64	355 Fs, 012
m — 0, 11	dav. sind 4 bei nördl. Wd	m + 0, 391	m — 3, 25	m — 35, 982
12	2 bei östlich. -	m — 0, 489	m + 5, 26	m + 48, 912
m — 2, 23	11 bei südl. -	m + 0, 293	m + 1, 21	m — 21, 396
2	14 bei westl. -	m — 0, 195	m + 0, 62	m + 16, 688
6				
m + 21, 83				
10				
m — 31, 15				
52, 98				
d. = 20, 600				

Erk... hau, Dt. Duft, Rg. Regen, Gw. Gewitter, Bl. Blitze, wnd. oder Wd. wind Mg. Morgenroth, Ab. Abendroth.

Digitized by Google

von Cirr. Str., in W u. SW düſter, bed. Am 18. früh eilt ſich Tags mehr und mehr in Cirr. Str., Nachmittags f und von Abds ab iſt es heitr. Heute ſiehet der Mond m 19. Vormttgs geſond. Cirr. Str. und heit. Grund; von o. bis Abds auf heit. Grnnde nur hie und da einige Cirr. er unten hoch belegt; nach 7 Abds zieht die Decke von ſ fallen einz. Regtrpf,, dann dort ſtark Wetterleuchten. t. Reg. aus wnw ein heft. Gew. herauf, verliert ſich aber r herrſcht gleiche Decke. Am 21. Gegen 3 U. früh 1 Stde eg. der bis nach 8 anhält; Tags über wolkig bed. Heute 6′, der Mond im vollen Lichte.

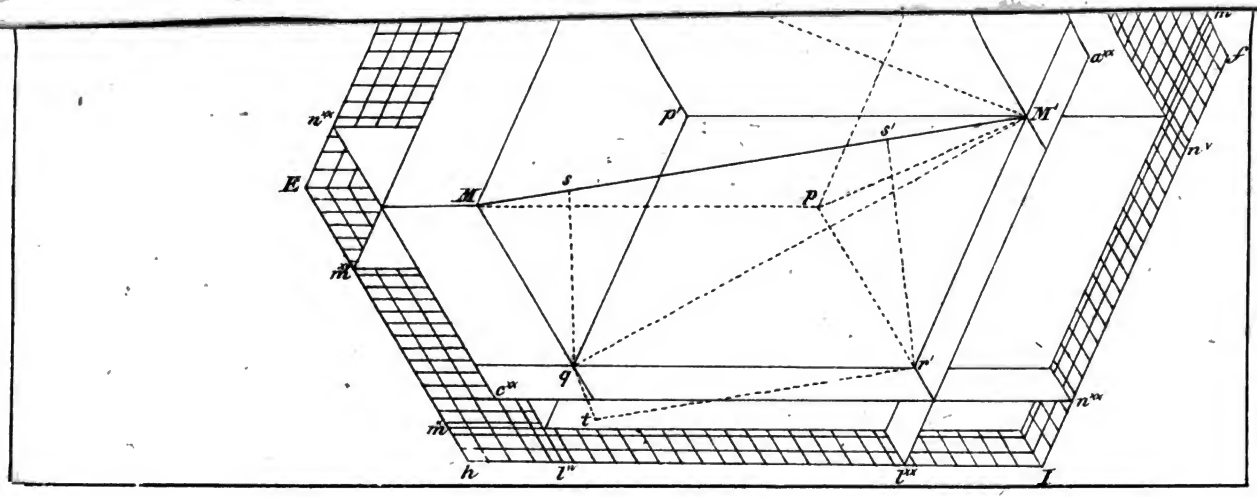
. Cirr. Str. die früh NO bed., bed. Mittgs meiſt, auch chmttgs vermindern ſich die Wolken und Abds wie ſpter, bds in W, heiter, doch ſtark. Höherauch. Am 23. wolk. 24. Cirr. Str. die Tags meiſt bed., ſtehen Abds am Horiz. m 27. Morg. heitr, doch der W-Horiz. bel.; Tags bilden her gehen, Abds oberhalb groſse Cirr. Str. Flächen und aſt ganz; nach 9 in W ſtark Wetterleuchten. Am 28. Nchmttgs in N; Abds oben meiſt klar, unten Cirr. Str. Am 29. früh heiter; Tags über oben viele Cirr. Str. und iter und Spät-Abds, ſchnell entſtanden, gleiche Decke. zte Mond-Viertel.

früh heiter, dann bilden ſich Cirr. Str. rings und in W Tags zieht ſich der Beleg des Horiz. mehr u. mehr herauf lk. Decke; in SW ſtarke Blitze; Spt-Abds gleiche Decke ort. Am 31. Nachts Gewittr, Morg. Cirr. Str. auf heit. und gleichf. bed.; von 11 bis 3 Sprühreg.; Abds und V

---

ts: meiſt ſchöne Tage, trocken und warm, doch oft Winde, weſtliche herrſchend, und ungemein geringe meters, des Thermometers dagegen ſtark.

Digitized by Google



E
M
s
p
p'
s'
M'
q
r'
t
h
I

Den 1 u. 2 Juni. Am 1. früh oben heitr, der Horiz. bel, und oben Cirr. Str., Nachmittgs bildet sich wolk. Am 2. Nachts Reg., Morg. theilt sich gleiche Decke hohe Cum. und Abds gleiche Bed.; nach 9 zieht aus ono Winde entgegen, mit stark. Regsch., um 10 nur Horiz. und noch schwacher Donner. Heute, Morg. Monds-Viertel ein.

Vom 3 bis 9. Am 3. früh und Spt-Abds bed., Mittg Cum., Abds herrscht wolk. Decke u. oben ist es heitr. ist Mittgs in Cirr. Str. modifiz., aus N zieht Nimbus gegen 2 weng Reg.; Abds Cirr. Str. auf heit. Grunde heitr. Am 5. gleiche Decke, oft Regsch., stark, von mittgs Reg., Mittgs theilt sich gleiche Decke in Cirr. Str. Abds gleichf. bed. und spätr bei bel. Horiz., oben sich oben Cirrus, der Horiz. ist bel. und in S stehen Str. Massen überall, Nchmittgs wolk. Bed., Abds und W Horiz. Am 8. früh und Spt-Abds heitr, Tags unter auf heit. Grunde, Abds heitr. Am 9. graue Decke Cirr. Str., auf heit. Grde stehend, modifiz.; Nchmittgs und Abds heitr. Um 0 U. 42′ heute früh, stand der

Vom 10 bis 15. Am 10. Morg. heiter, geg. Mittg Cirr. Grde, nach Mittg bildet sich in SW Gew.form.; um N, einige starke Donnersehl. und Reg. unterbrochen, und Spt-Abds Sprühreg. Heute stehet der Mond in gleiche Decke. Am 12. Nchts Reg.; früh gleiche Decke getheilt; Nchmittgs bildet sich in NO Gew.format. herüber, einige harte Donnersehl. und bis 6 Reg. u. spätr nur am N u. W Horiz. noch Cirr. Str. Am 13. Str., unten einige Cum., Nchmittgs seltner, sonst mittgs bed. viel Cirr. Str, oben meist, unten ganz; unten hohe Cum.; Abds und spätr gleiche Decke. Tags über gleichf., Abds ist der Horiz. licht und in

Digitized by Google

[illegible]

		UEBER-SICHT.
	...CHTS	Zahl der Tage.
	... strm.	heiter 3
	...g	schön 6
	...g	verm. 9
	...g	trüb 13
	...g	Regen 11
	...g	Gewittr 2
	...g	windig 10
	...g	stürm. 10
	...g	Nächte
	...g	heiter 14
	...g	schön 1
	...g	verm. 3
	...g	trüb 13
	...g	Regen 2
	...g	Gewittr -
	...g	windig 3
	...g	stürm. 21
	...g	Mgrth 9
	...g	Abrth 13
	...wdg	unsichtb. Sonnenfi 1
	...g	Mond-finstern. 1
	...m Instrum. 155	

...er dem Meere, ...ats Juli:

...net.	Höhe
,64	355 Fſs,012
25	m— 35,982
26	m+ 48,912
24	m— 21,396
62	m+ 16,588

...d. oder Wd. win-

Digitized by Google

po. Vormittgs gelinde Schauer, Nchmittgs Sprühreg. Am
gering bel., oben einige kl. Cirr. Str.; die übrige Tageszeit
eute der Mond in ſeiner Erdferne. Am 22. Morg. einige
W, ſonſt heiter; Mittgs ziehen oben Cirr. Str., ſtreifig
ten rings viel kl. Cum.; nach Mittg bildet ſich in SW u.
tig Reg. und in NW einz. Donnerſchläge, ¾ nach 2 läſst
das Gew. zieht übers Zenith nach SO; gleiche Decke dann
23. gleiche Decke wird bisweil. wolkig, und iſt Abds oben
r Vollmond, der 4 U. 19′ Morg. eintrat, hatte eine, hier
Mond-Finſterniſs.
24. Cirr. Str. vermindern ſich Vormittgs und ſind nach
gefunken; Nchmittgs erſcheinen in W u. SW groſse Cum.,
Maſſen zu und Spät-Abds herrſcht gleiche Decke. Am 25.
s oben frei; Spt-Abds überall verbreitet, Cirr. Str. Schleier,
n wolk. Decke modif. ſich Nchmittgs, nach einem ſcharfen
rr. Str., die Abds oben heiter laſſen. Am 27. früh bed. Cirr.
ngs Cum. dazu, Nchmittgs letztere hoch und auf ſehr heit.
geſond. Cirr. Str. in Gruppen; Spt-Abds heiter. Am 28.
r. Str. Gruppen, ſonſt heiter; Mttgs NW düſter bed., unten
Cirr. Str. auf heit. Grunde, Abds rings Cum., oben und
iter. Am 29. nur Mittgs einzelne kl. Cirr. Str. oben, ſonſt
des Tages, heiter. Am 30. Vormittgs oben auf heitern
aria forma unten dünn bed., Mittgs gleiche dünne Decke,
ter; Spät-Abds heiter. Um 11 U. 42′ Abds das letzte

. bel., oben auf heit. Grunde ſehr zerſtreut kl. Cirr. Str.;
groſsen Maſſen geworden, oft und in O ſtehen Cum.; von
eiche, in W Gew.format, ähnliche, Decke.

---

onats: im Ganzen naſs und oft rauh; ungeachtet heftiger
arometer, weil dieſe faſt nur in Süd und Weſt wechſelten,
erung, ungewöhnlich für die Jahreszeit dagegen, das Ther-

Digitized by Google

TE ZU HALLE,

VATOR DR. WINCKLER.

10° R.	WINDE		WITTERUNG		UEBERSICHT.
UHR	TAGS	NACHTS	TAGS	NACHTS	Zahl der Tage.
7°, 2	nnw 3	NW 2	vr. Rgtrpf. wdg	tr.	heiter 2
9 0	NW.wsw 2	wsw 5	tr. Mrg. Abr. wdg	sch. wdg	schön 10
9 0	wsw.W 1.3	ssw 2	vr. Sprhrg. wdg	ht.	verm. 15
7 4	ssw.wsw 3.4	NW 1	sch. Mg. Abrth strm	vr.	trüb 6
3 6	ssw.W 2.1	NW 2	vr.	tr. Blitze	Nebel 1
0 9	SW.W 2	nnw 3	vr. Abrth	tr. wdg	Regen 8
0 9	W.nnw 3	wnw 3	vr. wdg	ht. wdg	Hohreh 2
7 2	S.SO 1.2	nnw 2	vr. Rg.	tr. Rg.	windig 9
5 1	wsw.W 3	NW 3	sch. Abrth wdg	ht. wdg	stürm. 4
9 1	wsw SW 3.4	ssw 3	tr. Rg. Abrth strm.	vr. wdg	
0 0	S.SW 3	wsw 3	tr. Rg. Nbl wdg	tr. wdg etw. Rg	Nächte
9 0	SW.W 1	W 1	tr. Abrth	sch.	heiter 11
9 8	W SO 1	SO 1	sch. Hohreh	ht.	schön 3
4 9	W.SW 2.3	SW 3	vr. Mgrth wdg	tr. wdg	verm. 6
3 4	wsw.W 3.4	W 2	vr. Mgr. Abrth strm	ht. wdg	trüb 11
5 8	ssw.wsw 2.3	SW 3	sch. Mgrth	tr. wdg	Regen 5
3 7	W.SW 2.3	SW 3	sch. Mrg. Abrth wdg	tr. wdg	Blitze 2
1 0	SW. ssw 1	wsw 1	vr.	ht.	Gewitr 2
0 3	sso. sso 2	sso 1	sch. Höhrch Abrth	ht.	windig 14
0 0	S. sso 2.3	nnw 2	sch. Mgrth Rg wdg	vr. Gew. u. Rg.	stürm. —
5 3	NW. ssw 2	nnw 3	tr.	tr. wdg	Mgrth 11
0 7	wnw. wsw 2	ssw 2	sch. Mrg. Abrth	ht.	Abrth 15
7 7	S. ssw 2	SW 2	tr Rg.	tr.	
0 4	SW. wsw 1	SW 1	vr.	sch.	
9 4	sso. SO 1	sso 2	ht. Mrg. Abrth	ht.	
5 5	S. oso 1	SO 2	ht. desgl.	ht.	
9 0	N. nnw 1.2	nnw 2	sch. Mgrth	vr. Blitze	
9 4	nnw. nno 2	nno 3	vr. Abrth	vr. wdg	
7 7	O. ono 1	oso 3	sch.	tr. wdg	
0 3	S. wnw 2.1	wnw 1	vr. Abrth	vr Gew	
4 8	SW. NW 3.4	NW 3	vr. f Rg. Abr. strm.	ht. wdg	
Mc 38, 24	west-	liche	Anzahl der Beobb. an jedem Instrum. 155		

Hygromet.	Berechnung der absoluten Höhe von Halle über dem Meere, aus den Mittags-Beobachtungen des Monats Augustz			
78°,17				
Zeit m + 6, 61	31 Beobb. im ganzen Mon.	Barometer	Thermomet.	Höhe
m + 0, 53	geb. d. Mittel = m =	333‴,703	+ 15°,64	355Fs,012
8 m — 0, 11	dav. sind 4 bei nördl. Wd	m + 0, 391	m — 3, 25	m — 35,982
12 m — 2, 22	2 bei östlich. -	m — 0, 489	m + 5, 26	m + 48,912
2	11 bei südl. -	m + 0, 293	m + 1, 24	m — 21,396
6	14 bei westl. -	m — 0, 195	m + 0, 62	m + 16,588
10 m + 21, 83				
m — 31, 15				
52, 98				
d. = 20,600				

Erk hau, Dt. Duft, Rg. Regen, Gw. Gewitter, Bl. Blitze, wnd. oder Wd. wind Mg. Morgenroth, Ab. Abendroth.

Digitized by Google

? Title, O. Hasio, '

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google